

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

ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

Збірник наукових статей
XXI Всеукраїнських наукових
Таліївських читань
(31 жовтня 2025 року)



Rosa talijevii Dubovik



Co-funded by the
European Union



Харків
2025

ББК 28.081
УДК 504

Рекомендовано до друку рішенням Науково-методичної ради
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна
(протокол № 2 від 20.11.2025 р.)

Посвідчення УкрІНТЕІ МОН України № 715 від 09 грудня 2024 р.

Редакційна колегія:

Максименко Н. В., д-р геогр. наук (голова редколегії);

Ачасов А. Б., д-р с.-г. наук; Некос А. Н., д-р геогр. наук; Сонько С. П., д-р геогр. наук;
Коваль І. М., д-р с.-г.; Царик Л. П., д-р геогр. наук; Шпаківська І. М., канд. біол. наук;
Шумілова А. В., канд. геогр. наук; Гололобова О. О., канд. с.-г. наук; Тітенко Г. В., канд.
геогр. наук; Клещ А. А. канд. геогр. наук; Бурченко С. В., доктор філософії з Наук про Землю
Гречко А. А. доктор філософії з Наук про Землю (технічний секретар);

Адреса редакційної колегії:

61022, м. Харків-22, майдан Свободи, 6, к. 480а.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,

Навчально-науковий інститут екології

Тел. 707-53-36, e-mail: monitoring.ecology@karazin.ua

Охорона довкілля: зб. наук. статей XXI Всеукраїнських наукових Таліївських читань. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2025. 264 с.
ISBN 978-966-285-679-8

Проаналізовано вплив війни на компоненти довкілля. Розглядаються сучасні проблеми раціонального природокористування та охорони природи, оцінки екологічного стану компонентів і комплексів довкілля. Висвітлені наукові та освітянські проблеми екології та заповідної справи в Україні.

Для науковців, фахівців-екологів, викладачів, аспірантів, магістрів і студентів вищих навчальних закладів

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

Матеріали друкуються мовою оригіналу

XXI Всеукраїнські наукові Таліївські читання проводяться за підтримки *Проекту*:



Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or Erasmus+. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

ISBN 978-966-285-679-8

© Харківський національний університет
імені В.Н. Каразіна, 2025

© Дончик І. М., макет обкладинки, 2025

ЗМІСТ

ОЦІНКА ВПЛИВУ ВІЙНИ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН КОМПОНЕНТІВ І КОМПЛЕКСІВ ДОВКІЛЛЯ

Ачасов А. Б., Ковальов І. О.

Можливості використання супутникових даних для моніторингу стану лісових екосистем Харківської області 9

Бондар К.О., Волошина Н.О., Яцканич І.І.

Післявоєнний підхід до відновлення біорізноманіття України..... 13

Віцюк А.А.

Забруднення довкілля України в умовах війни..... 15

Дичко А.О., Мінаєва Ю.Ю.

Дослідження наслідків підризу Каховської ГЕС на екологічний стан довкілля... 18

Кочетица Д. В., Максименко Н. В.

Оцінка втрати лісового покриву у Вовчанській ОТГ під час війни..... 21

Крайнюков О. М., Філатов В. М.

Вплив воєнних дій на стан і функціонування ґрунтового покриву: системний аналіз..... 23

Кривицька І.А.

Насінництво як фактор продовольчої безпеки України в умовах війни та повоєнного відновлення..... 27

Кривицька І.А. Лантєв Д.С.

Підземне озеленення як інструмент формування комфортного та стійкого урбаністичного середовища..... 30

Максименко В.О, Безсонний В.Л.

Гібридна система моніторингу екологічного стану поверхневих вод на основі інтелектуального аналізу даних дистанційного дослідження землі..... 33

Немошкалов О.М., Ачасов А.Б.

До питання дистанційного моніторингу мілітарного забруднення ґрунтів за даними космічної зйомки 36

Філатов В. М., Крайнюков О. М.

Методики біотестування для екологічної оцінки мілітарного впливу на ґрунти та їх застосування у вітчизняній системі моніторингу..... 39

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ РАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ОХОРОНИ ПРИРОДИ

Babicheva K.Y., Borysenko K.B.

Waterfalls of Ukraine as tourist and conservation objects: problems of research and rational use..... 43

Bezsonnyi V.L.

Environmental certification as a tool for rational nature management in the hospitality sector..... 47

Kalashnikov R. R., Hrechko A. A.

Current trends in the development of organic farming in Ukraine..... 50

Ачасов А.Б., Мазуренко Г.О.

Рекультивация піщано-суглинкових кар'єрів: сучасні технології та приклади... 54

Березовський О.І.

Застосування сервісу Google Earth engine для інвентаризації еродованих ґрунтів 57

Боровенський А.С., Тіменко Г.В.

Проблеми агропідприємств України при підготовці даних для розрахунку викидів парникових газів..... 60

Бота О. В.

Роль екологічного консалтингу у підготовці підприємств до отримання інтегрованого довкілцевого дозволу (ІДД)..... 63

Брусак В. П., Глюдз Г. В.

Рельєф і природокористування у межах Славської територіальної громади Львівської області..... 66

Вікторова Н.В., Максименко Н. В.

Вплив видової структури дерев на формування епіфітних лишайникових угруповань у лісових екосистемах..... 70

Дехтярьов Д.Ю., Волошина Н.О.

Екологічні особливості жука-олень 73

Волошина Н.О., Новак Р. М.

Біосферні резервати України як інструмент збереження біорізноманіття мігруючих птахів..... 76

Гололобова О. О., Бурченко С. В., Колесник П. В.

Постановка експерименту з визначення екологічної якості зрошувальних вод. 79

Гололобова О. О., Стаднік І. О., Доля Д. С.

Аналіз агрономічних та екологічних показників якості води для забезпечення

сталого зрошення (на прикладі зрошувальних вод ставу Вільхівської громади).....	81
Горошкова Л. А., Меньшов О. І., Горошков С.В. Антропогенний вплив війни на стан острова Хортиця.....	84
Горошкова Л. А., Меньшов О. І., Корнійчук Ю. Д. Антропогенний вплив війни на стан поверхневих вод річки Десна	88
Жук Ю. І., Лемега Н. М. Соціально-екологічні аспекти розвитку туризму в громадах з високою природною цінністю (на прикладі України).....	92
Карбань А.В., Некос А.Н., Безсонний В.Л. Моніторинг якості повітря як інструмент раціонального екологічного менеджменту в рекреаційних зонах.....	95
Карнов В.Г. Зсувна небезпека та природоорієнтовані заходи стабілізації схилів у Балаклійській громаді Харківської області.....	98
Клещ А. А., Кашкабаш Д.Є. Класифікація земного покриву методами машинного навчання в ГІС середовищі (на прикладі Індустріального району м.Харкова).....	101
Коваль І. М., Волченко А. К. Динаміка кліматичних змін Полісся (за даними спостережень Житомирської метеостанції).....	105
Коваль І.М., Ворон В.П., Сидоренко С.Г., Мельнік Є. Є. Порівняння післяпірогенного розвитку соснових насаджень в Поліссі та Лісостепу.....	108
Кононова К. А., Максименко Н. В. Оцінка рекреаційної ємності національного парку Лемменйоки (Фінляндія)....	111
Кот А. Г. Моніторинг урожайності с/г культур на еродованих ґрунтах.....	114
Кочанов Е.О., Некос А.Н., Безсонний В.Л. Наукові основи управління екологічними ризиками через модель прогнозування наслідків аварій на хімічно небезпечних об'єктах	117
Крайнюков О. М., Воробйов Д.С. Біотестування як інструмент екологічного моніторингу вод річки Лопань.....	120
Крайнюков О. М., Склярів А. В. Сучасний екологічний стан річкової системи Сіверського Дінця в умовах антропогенного навантаження.....	125

Крайнюков О. М., Кривицька І.А. Еколого-токсикологічна характеристика водних об'єктів у зоні нафтового впливу.....	128
Крайнюков О. М., Проненко М.О. Оцінка системи встановлення небезпечних властивостей відходів в Україні....	133
Крайнюков О. М., Щокіна М. М. Оцінка якості води за змінами у локомоторних функціях <i>Daphnia</i>	137
Кротько А. С., Максименко Н. В. Огляд екологічних проблем об'єктів блакитної інфраструктури міста Харків...	141
Кулик М. І., Гембач А. О. Якість поверхневих вод у річках басейну Сіверського Дінця в межах Харківської області у 2024 році.....	144
Кулик М. І., Кот А. Г. Еколого-економічний аспект утилізації лушпиння соняшника (на прикладі Харківської області).....	148
Левченко В. Б., Трофименко П. І., Мачульський Г. М. Вивчення впливу погодно-кліматичних факторів, періодичності лісових пожеж на продуктивність сосни звичайної в контексті хроматографічного сканування річних простів в лісорослинних умовах Поліського природного заповідника.....	152
Леневич О.І. Вплив рекреаційного навантаження на мікробіологічну активність ґрунтів (на прикладі екологічної стежки «Бучина», НПП «Сколівські бескиди»).....	155
Леонов А. Л., Максименко Н. В. До проблеми дослідження впливу біоінвазій на екосистемні функції зеленої інфраструктури міста	159
Максименко Н. В. Пархоменко О. О. До проблеми неузгодженості статистичної інформації про природно-заповідний фонд (на прикладі Івано-Франківської області)	161
Марискевич О.Г., Геряк Ю.М., Гірна А.Я., Данилюк К.М., Демчишин Н.Б., Казибрід І.А., Пижик І.С., Рагуліна М.Є., Шпаківська І.М. Інвентаризація водно-болотного угіддя міжнародного значення «Верхове болото Надсяння» (Українські Карпати).....	163
Некос А. Н., Хадускіна К. В. Дослідження динаміки хлоридного та нітратного забруднення приток Сіверського Дінця.....	166

Новицька С.Р., Янковська Л.В., Писаревич І.Г.	
Оцінка індексу інсуляризованості природно-заповідного фонду Чортківського адміністративного району Тернопільської області.....	168
Паршуков Г. Д., Гречко А. А.	
Сезонні зміни у формуванні острову тепла на прикладі м. Чугуїв.....	171
Радченко Д. Р., Гречко А. А.	
Вертикальне озеленення житлових будинків як сучасне рішення для густозабудованих районів (на прикладі Салтівського району)	176
Ричак Н.Л., Макєєва Д.С.	
Підходи до регіонального менеджменту водними ресурсами у сучасних умовах.....	180
Рябікова В.В., Максименко Н. В.	
Зміни в структурі посівних площ Полтавської області.....	183
Сонько С.П., Бугайова Н. Ю.	
Екологічні умови вирощування бавовнику у південному степу України.....	186
Сонько С. П., Розколюдько І. С.	
Оцінка ступеню завершеності придорожніх екосистем Черкаської області...	191
Тертицький Є. П.	
Глобальне розуміння блакитної інфраструктури.....	195
Тітенко Г.В., Гайдашов О. В.	
Екологічна оцінка сталості агровиробництва в балаклійській громаді за європейськими критеріями Good Agricultural And Environmental Conditions.....	197
Царик В. Л.	
Рослинні угруповання та їх видовий склад у перспективних заповідних об'єктах басейну р. Гнізни	200
Царик П. Л.	
Загальнозоологічні заказники як проблемні природоохоронні території.....	204
Шевченко А.Є., Кот А.Г., Кулик М.І.	
Інтеграція статистичних методів в систему менеджменту аграрного виробництва.....	208
Шпаківська І.М., Башта А.-Т.В., Гірна А.Я. , Леневиц О.І., Пижик І.С., Царик І.Й., Яценко П.Т. , Капустинський А.В.	
Структурно-функціональна організація природних старовікових лісів природного заповідника «Медобори»	213

НАУКОВІ ТА ОСВІТЯНСЬКІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ І ЗАПОВІДНОЇ СПРАВИ В УКРАЇНІ

<i>Dolia D. S., Maksymenko N. V., Cherkashyna N. I.</i>	
Temperature change in the city of Kharkiv in 2015-2020	218
<i>Radomska M. M.</i>	
Contribution of higher educational institutions to the development of environmental equity.....	222
<i>Воронін В. О.</i>	225
Геоекоекологічна освіта і просвітництво.....	
<i>Карпович М. С.</i>	
Виховання екологічної свідомості та культури поведінки у здобувачів освіти Малинського фахового коледжу.....	228
<i>Коваль І.М., Гололобов В.В.</i>	
Порівняння відгуку радіального приросту сосни звичайної та модрина понської на зміну клімату в насадженнях Лівобережного Лісостепу.....	231
<i>Коваль І.М., Сербак Р.М., Онисько Д.Ю.</i>	
Дослідження Карпатських букових деревостанів дендрохронологічними методами	234
<i>Кривицька І.А., Леурда Д. В.</i>	
Геометричні індекси як інструмент оцінки екологічної стійкості міських парків на прикладі м. Лодзь	237
<i>Максименко Н. В., Коротецька Є. С.</i>	240
Рекреаційна ємність об'єктів ПЗФ Львівської області.....	
<i>Москвітін М. Ю., Гололобова О.О.</i>	244
Міжнародний досвід реалізації положень Карпатської конвенції.....	
<i>Некос А.Н., Безсонний В.Л., Балюк М.О.</i>	249
Сучасні аспекти екологічної безпеки людини.....	
<i>Некос А. Н., Кочанов Е.О., Уварова С.Д.</i>	
Екологічна освіта як стратегічний чинник формування культури майбутнього суспільства.....	252
<i>Некос А. Н. , Луценко А. В.</i>	256
Взаємодія людини і довкілля: від античності до сучасної екологічної кризи...	
<i>Федонюк В.В., Федонюк М.А.</i>	259
Аспекти гурткової роботи екологічного спрямування у закладах вищої освіти	

**ОЦІНКА ВПЛИВУ ВІЙНИ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН
КОМПОНЕНТІВ І КОМПЛЕКСІВ ДОВКІЛЛЯ**

УДК 504.61

**МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНИКОВИХ ДАНИХ ДЛЯ
МОНІТОРИНГУ СТАНУ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ХАРКІВСЬКОЇ
ОБЛАСТІ**

Ачасов А. Б., Ковальов І. О.

kovalev2021de11@student.karazin.ua, achasov@karazin.ua

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

У роботі розглянуто можливості використання супутникових даних для моніторингу стану лісових екосистем Харківської області.

Ключові слова: лісовий покрив, дистанційний моніторинг, супутникові знімки.

The paper examines the possibilities of using satellite data for monitoring forest ecosystems in the Kharkiv region.

Keywords: forest cover, remote monitoring, satellite images.

Ліси Харківської області є важливою складовою природного середовища, яка забезпечує підтримання кліматичної рівноваги, регулює водний баланс і сприяє збереженню біорізноманіття. У наслідок бойових дій значна частина лісових масивів зазнала пошкоджень або повного знищення. Сучасні супутникові інструменти відкривають широкі можливості для оперативного спостереження, аналізу та оцінки стану лісових екосистем без необхідності безпосереднього доступу до небезпечних територій.

Дослідження базується на використанні даних Sentinel-2 і Landsat, а також глобальних тематичних наборів Global Forest Change (2000–2024), що містять інформацію про початкове лісове покриття, щорічні втрати та приріст.

Дані про втрату деревного покриву представлені на платформі **GLOBAL FOREST WATCH**, є одним із найповніших і найнадійніших джерел просторової інформації про зміни лісового покриву на глобальному рівні. Вони вирізняються

унікальним поєднанням широкого територіального охоплення, багаторічного часового інтервалу спостережень, щорічної частотою оновлення та високою просторовою роздільною здатністю — 30 метрів на піксель.

Завдяки цим характеристикам, дані становлять потужний інструмент для картування та аналізу сучасних тенденцій втрат деревного покриву.

Вони широко застосовуються урядовими структурами, науковими установами, представниками приватного сектору та громадянським суспільством для моніторингу й оцінки процесів вирубки лісів та інших форм деградації лісових екосистем.

Висока популярність цього набору даних пояснюється не лише його відкритістю, але й постійним удосконаленням у міру розвитку методів дистанційного зондування та алгоритмів обробки супутникових зображень. У межах дослідження розглянуто еволюцію структури та методології формування цих даних, проаналізовано наслідки їх використання для інтерпретації динаміки лісового покриву, а також окреслено напрями подальшого вдосконалення з метою підвищення узгодженості та точності оцінок у майбутньому[2].

Для визначення змін застосовувались індекси NDVI і NBR, які дозволяють виявити аномальні зміни зеленого покриву та локалізувати осередки пошкоджень.

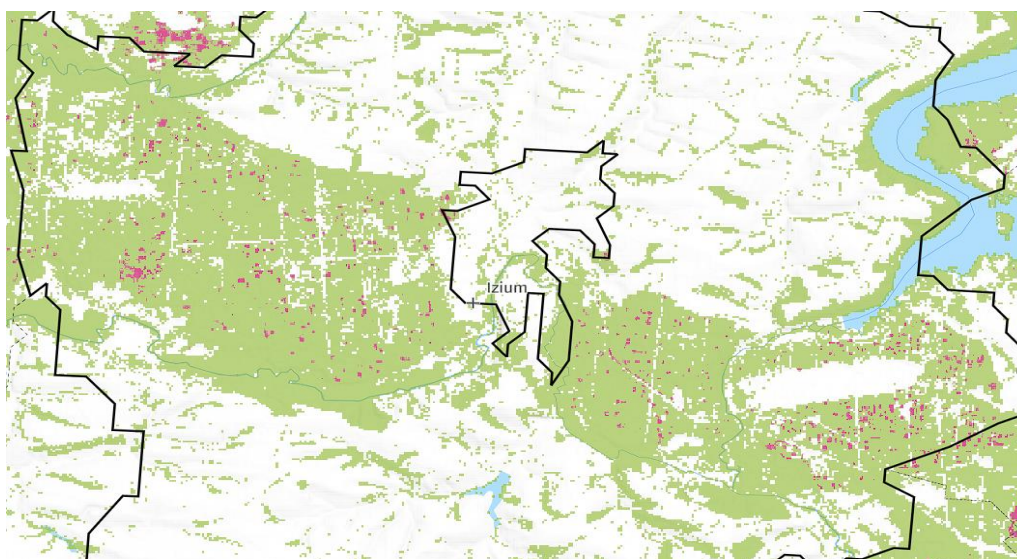


Рис 1. Знімок в період з 2017 по 2021 роки

На супутниковому знімку рожевим кольором позначено території, на яких

зафіксовано втрати лісового покриву в період з 2017 по 2021 роки. Ці зміни свідчать про поступове зменшення площі лісових насаджень, що може бути наслідком як природних процесів (пожеж, шкідників), так і антропогенного впливу, зокрема вирубок або будівельних робіт.

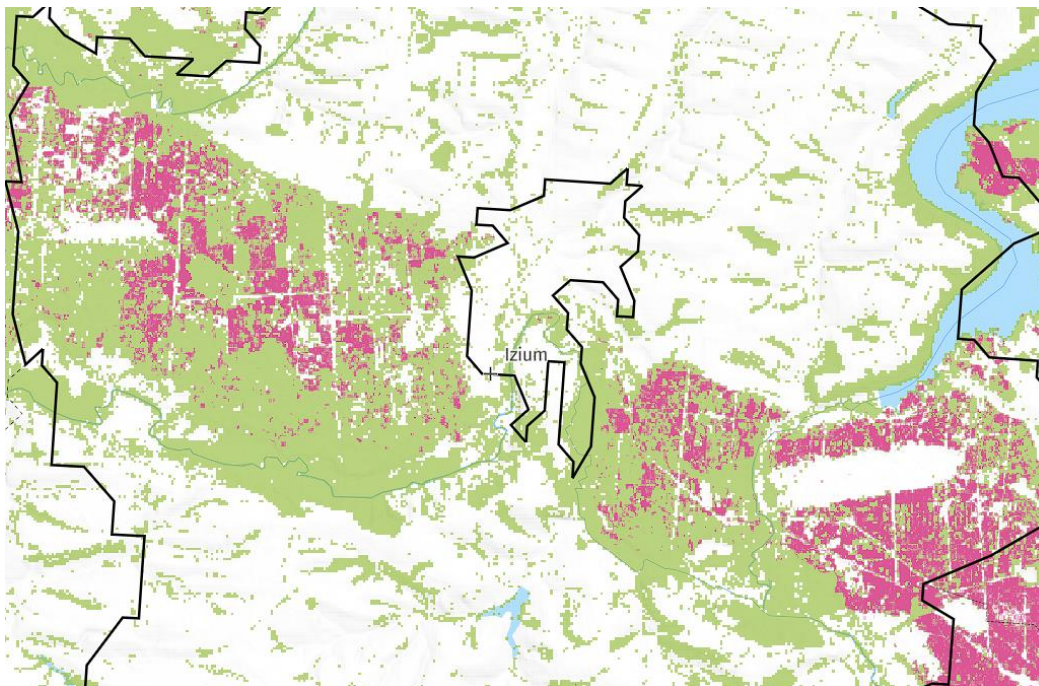
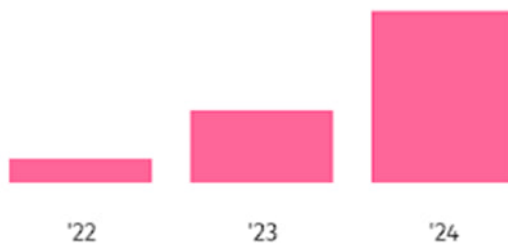


Рис 2. Знімок в період з 2022 по 2024 роки

Аналіз супутникових даних показує, що рожевим кольором відображено ділянки лісового покриву, втрати яких відбулися у **2022–2024 рр.**, тобто в період активної фази повномасштабної війни. Просторовий розподіл таких втрат вказує на значну інтенсивність руйнувань природного середовища, спричинених вибухами, пожежами та тривалим антропогенним навантаженням[3].



2022 рік – 1,7% деревного покриву

2023 рік – 5,1% деревного покриву

2024 рік – 12% деревного покриву

З 2022 по 2024 рік Ізюмський район втратив 8,02 тис. га лісового покриву,

що еквівалентно 19% від площі лісового покриву 2000 року.

Досвід розвинених країн демонструє, що ефективний моніторинг і облік лісових ресурсів здійснюється переважно за допомогою дистанційних методів спостереження, що базуються на використанні супутникових і геоінформаційних технологій.

Застосування подібних підходів є вкрай актуальним і для України, оскільки дозволяє отримувати об'єктивні, репрезентативні та просторово узгоджені дані без необхідності проведення масштабних польових робіт.

Використання космічних знімків забезпечує високу інформативність і водночас є економічно доцільним порівняно з традиційними методами аерофотознімання або наземних обстежень[4].

Отже, сучасні дистанційні технології створюють підґрунтя для побудови інтегрованої системи управління лісовими ресурсами, що поєднує наукові підходи, цифрові інструменти та державну екологічну політику.

Таким чином, воєнні події 2022–2024 років виявили вразливість природних екосистем і підкреслили необхідність консолідації зусиль науки, держави та міжнародної спільноти для відновлення та захисту лісових масивів України. Майбутнє національних лісових ресурсів безпосередньо залежить від здатності держави швидко адаптуватися до нових викликів та ефективно реалізовувати політику сталого лісокористування.

Список використаних джерел

1. Hansen M. C. et al. Global Forest Change 2000–2024. Version 1.12.
2. Global Forest Watch (WRI). Доступ до даних супутникових сповіщень GLAD та інформації про пожежі.
3. EOSDA LandViewer. Платформа перегляду супутникових знімків Sentinel і Landsat.
4. Методичні рекомендації Міністерства захисту довкілля України щодо оцінки стану лісових ресурсів.

УДК: 57.042 : 639.1.02

ПІСЛЯВОЄННИЙ ПІДХІД ДО ВІДНОВЛЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ УКРАЇНИ

Бондар К.О., Волошина Н.О., Яцканич І.І.

katerynaexpert@gmail.com

Український державний університет імені Михайла Драгоманова, м. Київ

Війна має значний згубний вплив на біорізноманіття, вона призводить до значних екологічних порушень та втрати рідкісних видів. Наслідки військових дій на стан біорізноманіття включають руйнування середовища існування, отруєння атмосфери та водних об'єктів, масове знищення рослинного та тваринного світу, у тому числі їх неконтрольовану міграцію. На сьогодні природні екосистеми вразливі до деградації та експлуатації, а території, де проходять активні бойові дії, залишаються без контролю природоохоронних органів та громадських спільнот.

Ключові слова: *біорізноманіття, екосистема, вплив на довкілля, видовий склад, війна.*

War has a significant detrimental impact on biodiversity, leading to significant environmental disruption and the loss of rare species. The consequences of military actions on biodiversity include habitat destruction, poisoning of the atmosphere and water bodies, mass destruction of flora and fauna, including their uncontrolled migration. Today, natural ecosystems are vulnerable to degradation and exploitation, and areas where active hostilities are taking place remain outside the control of environmental protection agencies and public communities.

Keywords: *biodiversity, ecosystem, environmental impact, species composition, war.*

Відповідно до інтерактивної онлайн-мапи DEEPSTATEMAP в 2025 року кількість белігеративних ландшафтів на території України становить приблизно до 19%. Для поліпшення стану ландшафтів які знаходилися на лінії бойового зіткнення необхідно створити захист ключових територій, де зберігаються рідкісні або зникаючі види, а також відновити створення природоохоронних зон, які можуть слугувати притулком для флори і фауни. Природоохоронні організації повинні включити в перелік основних робіт, а саме пересадку місцевої рослинності, відновлення водно-болотних угідь та реабілітацію деградованих ландшафтів для

створення придатних середовищ існування для дикої природи.

Післявоєнне відновлення біорізноманіття повинно ґрунтуватися на інтеграції в екологічних стандартів у відбудові інфраструктури, впровадженні принципів "зеленої відбудови", відновленні природних екосистем шляхом ревайлдингу, а також на посиленні екологічної просвіти та впровадженні сталих практик на всіх рівнях. Це може включати програми розведення в неволі та реінтродукції, покращення середовища існування та генетичне управління для підвищення життєздатності популяцій. Необхідно спрямувати ініціативи на збереження та відновлення популяції.

Підтримка альтернативних засобів існування, які зменшують залежність від природних ресурсів, забезпечення освіти та навчання з питань сталого землекористування та розширення можливостей громад брати участь у прийнятті рішень щодо охорони природи є невід'ємною частиною зусиль щодо післявоєнного відновлення.

Вирішення проблеми наслідків війни для біорізноманіття вимагає узгоджених зусиль на місцевому, національному та міжнародному рівнях, включаючи запобігання та вирішення конфліктів, стратегії сталого розвитку, планування охорони природи в районах, схильних до конфліктів, а також зусилля з постконфліктного відновлення та реконструкції, які надають пріоритет відновленню та збереженню навколишнього середовища.

Відновлення біорізноманіття в Україні потребує системного підходу, який буде включати в себе як оцінку стану екосистем в цілому так і активні заходи щодо відновлення на регіональному та державному рівнях, а також залучення міжнародної підтримки та співпраці з провідними спеціалістами.

Список використаних джерел:

1. DEEPSTATEMAP. Електронний ресурс: URL: <https://deepstatemap.live/en#6/49.4383200/32.0526800> (дата звернення 05.10.2025).
2. Katayama, N., Baba, Y. G., Kusumoto, Y., & Tanaka, K. A review of post-war changes in rice farming and biodiversity in Japan. *Agricultural Systems*, 132, 2015, 73–84.
3. Conteh, A., Gavin, M. C., & McCarter, J. Assessing the impacts of war on perceived conservation capacity and threats to biodiversity. *Biodiversity and Conservation*, 26(4), 2017, 983–996.

УДК 504

ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ

Віцюк А.А.

al_vi87@ukr.net

Міжнародна академія екології та медицини, м. Київ, Україна

У статті висвітлено питання забруднення навколишнього середовища, що стало наслідком війни на території України. З-поміж найбільш суттєвих проблем довкілля визначено забруднення водних ресурсів, повітря та ґрунту.

Ключові слова: *екологічні проблеми, токсичні речовини, забруднення водних ресурсів, повітря та ґрунту, екосистема, повоєнне озеленення*

The article describes the issue of environmental pollution, which was a consequence of the war in Ukraine. Among the most significant environmental problems, pollution of water resources, air and soil is identified.

Keywords: *environmental problems, toxic substances, pollution of water resources, air and soil, ecosystem, post-war landscaping.*

Повномасштабне вторгнення росії на територію України призвело до щоденних багаточисельних людських втрат, знищення інфраструктури держави, економічної кризи, а також значних екологічних проблем. З-поміж найпоширеніших проблем довкілля є такі: забруднення повітря, річок, озер та ґрунтових вод; брак питної води, скорочення популяцій та вимирання деяких видів тварин, зникнення екосистем; зростання кількості відходів; шумове забруднення; зміна клімату; замінування територій; поширення отруйних та шкідливих речовин; знищення заповідників та дикої природи тощо.

Перш за все варто зазначити, що як наслідок збройної агресії ми зараз спостерігаємо погіршення якості води, загрозу питному водопостачанню та довгострокові екологічні проблеми. Очисні споруди, водопроводи, каналізаційні мережі, насосні станції та інші об'єкти критичної водної інфраструктури зазнали значних пошкоджень або були повністю зруйновані внаслідок обстрілів, бомбардувань та інших бойових дій. Це призвело до скидання неочищених

стічних вод у водойми, витоків небезпечних речовин та перебоїв у водопостачанні. Бойові дії спричинили потрапляння у воду значної кількості забруднюючих речовин, а саме: нафтопродукти, важкі метали та бойові речовини. Російські війська завдали ударів по греблям та дренажним системам, що призвело до затоплення деяких територій та осушення інших. Це порушило природні екосистеми та завдало шкоди водним ресурсам.

Крім того, через руйнування інфраструктури та забруднення мільйони людей в Україні втратили доступ до чистої питної води. Це призвело до зростання ризику спалахів інфекційних захворювань, таких як холера та дизентерія. Забруднення водойм небезпечними речовинами негативно впливає на водні екосистеми, призводить до загибелі риби та інших водних тварин, а також шкодить біорізноманіттю [1].

Як відомо, через бойові дії погіршується також і стан повітря. Це відбувається внаслідок детонування різних видів боєприпасів та використання артилерійської зброї, ракет, авіабомб, а також у зв'язку з пожежами в екосистемах, влучанням снарядів у нафтобази та інші промислові об'єкти. Всі боєприпаси складається із заряду та детонатору. Під час вибуху ці частини вивільняють у довкілля цілу низку хімічних елементів, у тому числі оксиди азоту.

Крім того, у атмосферне повітря може потрапити чадний газ, сірка, вуглекислий газ, водяна пара, бурий газ, свинець тощо. А уламки при контакті з ґрунтом та водними ресурсами призводять до забруднення навколишнього середовища токсичними речовинами. Це вони негативно впливають на тваринний і рослинний світ. Влучання снарядів у лісові масиви та безпосередні бойові дії на цих територіях наносять подвійного удару екосистемі. Відбувається не лише забруднення атмосферного повітря, а й втрата зелених територій, які беруть участь в процесі фотосинтезу. Ще однією з головних цілей російської армії є атаки на об'єкти критичної інфраструктури, нафтобази, промислові об'єкти та склади. Тоді токсичні гази та тверді частинки розповсюджуються та охоплюють значну площу [2].

Нині можна спостерігати за декількома типами деградації ґрунтів, тобто,

втратою землею своїх властивостей через вплив війни. Вона може бути механічною, коли утворюються вирви, потрапляють снаряди та уламки, а також фізичною — якщо під впливом важкої техніки ущільнюється верхній шар ґрунту. Можливий і хімічний вплив: втрата органічного вуглецю, поживних елементів, накопичення важких металів та нафтопродуктів. Небезпеку несе також забруднення ґрунтів вторинними вибуховими речовинами. Найбільш розповсюджені з них — тротил, гексоген, октоген. Потрапляючи у землю, вони можуть трансформуватися в канцерогени. А це означає можливість спалаху онкологічних захворювань на цих територіях за кілька років [3].

Тварини часто стають жертвами безпосередніх військових дій або через знищення їхніх природних середовищ. Вони можуть бути поранені або загинути внаслідок вибухів, обстрілів, бойових дій. Крім того, знищення лісів, луків, водойм та інших природних середовищ веде до безпосередньої загибелі тварин або їх витіснення за межі небезпечних територій. Таким чином може відбутися їхня міграція на безпечні території. Проте це може призвести до конфліктів з іншими видами або людьми, а також до стресу і втрат у популяціях. Стреси у свою чергу призводять до проблем з розмноженням.

Отже, під час війни в Україні з'явилася значна кількість екологічних проблем. Тому після завершення бойових дій одним із методів відновлення України є повоєнне озеленення. Це комплекс дій, що спрямовані на якнайшвидше відновлення інфраструктури, соціально-економічних систем та довкілля із залученням біологів, кліматологів, географів та гідрологів.

Список використаних джерел

1. Вплив війни в Україні на стан забруднення води [Електронний ресурс].- Режим доступу:<https://filterpoint.com.ua/vpliv-vijni-v-ukrajini-na-stan-zabrudnennja-vodi-ua>
2. Як війна впливає на якість повітря? води [Електронний ресурс].- Режим доступу:<https://hmarochos.kiev.ua/2024/01/10/yak-vijna-vplyvaye-na-yakist-povitrya/>
3. Як постраждали українські ґрунти за повномасштабну війну і чи можна щось зробити для відновлення води [Електронний ресурс].- Режим доступу: <https://www.pravda.com.ua/columns/2024/11/16/7484672/>

УДК 614.8:504.06:519.87

ДОСЛІДЖЕННЯ НАСЛІДКІВ ПІДРИВУ КАХОВСЬКОЇ ГЕС НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ДОВКІЛЛЯ

Дичко А.О.¹, Мінаєва Ю.Ю.²

aodi@ukr.net, kafedrakte@ukr.net

¹Національний транспортний університет, м. Київ, Україна

*²Таврійський національний університет імені В. І. Вернадського, м. Київ,
Україна*

У статті запропоновано підхід до оцінювання та моделювання екологічних катастроф, спричинених руйнуванням Каховської ГЕС, із використанням елементів теорії катастроф. Метою дослідження є виявлення та аналіз передумов виникнення екологічних кризових явищ, а також наукове обґрунтування методології їх дослідження на основі концепцій нелінійної динаміки. Отримані результати дозволяють окреслити закономірності переходу екологічних систем у критичні стани та формують підґрунтя для подальшої розробки методів прогнозування й мінімізації наслідків воєнно-техногенних катастроф.

Ключові слова: *екологічна катастрофа, екосистеми, теорія катастроф, ідентифікація стану, метод інваріантного занурення.*

The article proposes an approach to assessing and modeling environmental catastrophes caused by the destruction of the Kakhovka Hydroelectric Power Plant using elements of catastrophe theory. Preliminary results are presented regarding the impact of the Kakhovka HPP explosion and military actions in Crimea on the condition of environmental components and ecosystem functioning. The findings outline the patterns of ecological systems transitioning into critical states and form a foundation for further development of methods for forecasting and mitigating the consequences of war-related and technogenic catastrophes.

Keywords: *ecological catastrophe, ecosystems, catastrophe theory, state identification, invariant immersion method.*

Генеральний секретар Організації Об'єднаних Націй А. Гуттеріш охарактеризував підрив російськими військами Каховської ГЕС як *монументальну катастрофу* та підкреслив, що це є «ще одним руйнівним наслідком російського вторгнення в Україну». Великі повені, підтоплення

більше 80 населених пунктів, спустошення навколишнього середовища, знищення екосистем – це лише частина наслідків катастрофи. Внаслідок руйнування ГЕС у воду (за даними «Укргідроенерго») потрапило 450 т машинного мастила з трансформаторів станції [1]. Відбувається також так зване «вторинне забруднення», що виникає внаслідок порушення шарів намулу, в яких десятиліттями відбувалось накопичення забруднюючих речовин. Затоплені значні території, що зазнали впливу військових дій [2].

Екологічні катастрофи характеризуються складними нелінійними залежностями функцій, що їх описують, від параметрів [3]. Ці залежності, натомість, досить легко можна представити у термінах теорії катастроф, що дозволяє моделювати будь-яку екологічну катастрофу і передбачати можливі її наслідки та шляхи, спрямовані на їхню мінімізацію. Проте якщо природні катастрофи мають справи лише із проблемою усунення або мінімізації наслідків (у тому числі шляхом використання спеціальних проєктів, конструкцій та інших заходів з ухилення від дії природних катаклізмів), то катастрофи, обумовлені військовими діями (або тероризмом), мають ще одну складову – перешкоджання діям рятувальних служб. Проте і ця проблема може бути вирішена у термінах теорії катастроф [4].

Предметом теорії катастроф є вивчення залежності якісної природи рішень рівнянь від значень параметрів, які присутні у цих рівняннях. Таке вивчення пов'язано з рядом труднощів, і для їхнього подолання звичайно необхідно зробити ряд послідовних припущень.

При розгляданні особливостей катастроф, а точніше, під час вирішення проблеми ідентифікації особливості (катастрофи) і використання результатів цієї ідентифікації для пояснення «хаотичних» явищ і побудови адекватних моделей можна у деяких випадках вирішувати задачі за допомогою методу *інваріантного занурення* та відповідного набору змінних і методу функціональних рівнянь [4].

Відновлення довкілля регіону вимагає розробки плану природоохоронних заходів, які будуть реалізовані після деокупації захоплених ворогом теренів та припиненням військових дій, з урахуванням природних міграцій та метаболізмів.

Значення типу катастрофи або його вибір з ряду альтернативних типів дозволяє підвищити достовірність оцінок інформації в умовах невизначеності, коли частка даних, яких бракує, може бути відновлена на підставі поліному, який описує катастрофу, а «сумнівні» дані підтверджуються як достовірні, якщо вони узгоджуються з описом катастрофи. Розроблений підхід дозволяє підвищити достовірність оцінок інформації в умовах неповних даних, які описують катастрофу.

Список використаних джерел

1. Стародубцев В., Гайченко В., Ладика М. Руйнування Каховської ГЕС – техногенна, екологічна і соціальна катастрофа. <https://nubip.edu.ua/node/129547>
2. Довкілля Криму: зміни і втрати за час окупації. Частина II. Забруднення довкілля та виснаження природних ресурсів. — Київ: ГО «КРИМСОС», 2021. 49 с.
3. Теорія систем в екології: підручник / Ю. Г. Масікевич, О. В. Шестопалов, А. А. Негадайло та ін. — Суми : Сумський державний університет, 2015. — 330 с.
4. Єремєєв І.С., Дичко А.О., Мінаєва Ю.Ю. Застосування теорії катастроф при дослідженні наслідків підриву Каховської ГЕС та військових дій у Криму. *Вісник Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського Серія: Технічні науки*. 2024. Том 35 (74) № 2. С.91-98.

УДК 504+502.4

ОЦІНКА ВТРАТИ ЛІСОВОГО ПОКРИВУ У ВОВЧАНСЬКІЙ ОТГ ПІД ЧАС ВІЙНИ

Кочетиґа Д. В., Максименко Н. В.

kochetyha2021.9712890@student.karazin.ua , maksymenko@karazin.ua

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

У роботі досліджується структура та стан лісових ділянок екологічної мережі Вовчанської об'єднаної територіальної громади (ОТГ) Чугуївського району Харківської області. Проведено аналіз динаміки втрати лісового покриву на території громади, зокрема в період з 2021 по 2025 роки.

Ключові слова: *екокоридор, біорізноманіття, Вовчанська ОТГ, природоохоронна мережа, лісовий покрив.*

The study examines the structure and condition of the forest areas of ecological network of the Vovchansk united territorial community (UTC) in the Chuhuiv district of the Kharkiv region. An analysis of the dynamics of forest cover loss within the community, particularly during the period from 2021 to 2025, is conducted.

Keywords: *ecological corridor, biodiversity, Vovchansk UTC, nature conservation network, forest cover.*

За даними супутникового моніторингу та аналізу аерофотознімків на сайті Global Forest Watch (GFW), станом на початок 2021 року площа природних лісів у Вовчанській об'єднаній територіальній громаді (ОТГ) становила 11,2 тисяч гектарів. Проте вже до кінця 2023 року цей показник значно скоротився. Як демонструє Рис. 1, сумарні втрати лісового покриву за трирічний період (2021-2023) сягнули 239 гектарів. Ця втрата є критично значною, оскільки становить майже 2% від початкового обсягу природних лісів за трирічний період. Таким чином, на кінець 2023 року площа природних лісів громади становила приблизно 10,96 тис. га.

Наведена діаграма візуалізує динаміку втрат лісового покриву у Вовчанській ОТГ за період з 2021 по 2023 рік у гектарах. Вона чітко ілюструє

різке збільшення масштабів втрат у 2023 році порівняно з попередніми роками. Істотним фактором, що обумовив таке прискорення, є початок повномасштабної війни в Україні та загострення бойових дій на території дослідження.



Рис. 1. Втрати лісового покриву у Вовчанській ОТГ (2021-2023 роки)

Порівняльний аналіз аерофотознімків за 2021 та 2023 роки дозволяє ідентифікувати конкретні зміни в структурі ландшафту: суттєве зменшення щільності деревного покриву, формування численних вигорілих ділянок, а також трансформацію рослинності внаслідок інтенсивних пожеж і впливу вибухів. Значна частина цих деструктивних процесів є прямим наслідком ведення бойових дій у безпосередній близькості від лісових масивів.

У довгостроковій перспективі, з 2001 по 2023 рік, у межах громади було втрачено 2,59 тис. гектарів деревного покриву. Ця тенденція свідчить про те, що проблема скорочення лісового фонду має системний характер, проте саме в 2022-2023 роках вона різко загострилася через руйнівний вплив воєнних дій.

Отримані дані підтверджують необхідність реалізації системного підходу до збереження природного середовища навіть в умовах триваючого воєнного конфлікту. Застосування інструментів супутникового моніторингу, проведення екологічного аудиту та впровадження інтегрованого управління ризиками є критично важливими для розробки ефективних стратегій відновлення та захисту лісових ресурсів.

Список використаних джерел:

1. Global Forest Watch. Ukraine: Forest Change Dashboard. URL: <https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/UKR/>

УДК 574.64:504.064

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА СТАН І ФУНКЦІОНУВАННЯ ГРУНТОВОГО ПОКРИВУ: СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

Крайнюков О. М., Філатов В. М.

kraynukov@karazin.ua, filatov@gmail.com

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

У роботі розглядаються екологічні наслідки збройного конфлікту в Україні, зокрема процеси деградації ґрунтів унаслідок бойових дій. Показано, що ґрунт є надзвичайно вразливим компонентом біосфери, який піддається механічному руйнуванню, хімічному забрудненню та біологічній деградації. Основними чинниками впливу визначено вибухи, пожежі, рух важкої техніки, потрапляння вибухових речовин, важких металів і продуктів згоряння палива. Внаслідок цього відбувається порушення структури ґрунту, зниження його родючості, зміна мікробіологічної активності та накопичення токсичних сполук. У статті запропоновано концептуальну модель деградації ґрунтів у контексті збройного конфлікту, що відображає взаємозв'язок між антропогенними впливами, екологічними наслідками та соціально-економічними ризиками. Акцентовано увагу на потребі створення національної системи моніторингу воєнних екозбитків, картографування забруднених територій і впровадження технологій біоремедіації та фіторекультивациї. Робота має міждисциплінарний характер, поєднуючи екологічні, геохімічні та ґрунтознавчі аспекти. Отримані результати мають прикладне значення для післявоєнного відновлення земель, забезпечення продовольчої безпеки та розроблення державних стратегій екологічної реабілітації.

Ключові слова: *деградація ґрунтів, збройний конфлікт, забруднення довкілля, важкі метали, біоремедіація, фіторемедіація, екотоксикологія, моніторинг, післявоєнне відновлення, екологічна безпека.*

The paper examines the environmental consequences of the armed conflict in Ukraine, focusing on soil degradation processes caused by military activities. It is shown that soil is an extremely vulnerable component of the biosphere, exposed to mechanical destruction, chemical contamination, and biological degradation. The main factors of impact include explosions, fires, heavy machinery movement, and the infiltration of explosive residues, heavy metals, and fuel combustion products. These processes lead to soil structure disruption, loss of fertility, alteration of microbial activity, and accumulation of toxic compounds. The study proposes a conceptual model of soil degradation in the context of armed conflict, reflecting the interconnection between anthropogenic pressures, ecological

outcomes, and socio-economic risks. Emphasis is placed on the need to establish a national system for monitoring wartime environmental damage, mapping contaminated areas, and implementing bioremediation and phytoremediation technologies. The work has an interdisciplinary character, integrating ecological, geochemical, and soil science approaches. The results obtained are of practical importance for post-war land restoration, food security, and the development of state strategies for environmental rehabilitation.

Key words: *soil degradation, armed conflict, environmental pollution, heavy metals, bioremediation, phytoremediation, ecotoxicology, monitoring, post-war recovery, environmental security*

Деградація ґрунтів у контексті збройного конфлікту є однією з найактуальніших екологічних проблем сучасної України. Військові дії, що тривають на значній частині території держави, спричиняють масштабні зміни у структурі та властивостях ґрунтового покриву, ведуть до його забруднення, руйнування, втрати родючості та біологічної активності. Наші дослідження деградації ґрунтів є спробою системно осмислити це явище, запропонувавши науково обґрунтовану модель впливу воєнних дій на ґрунтове середовище. Актуальність теми зумовлена тим, що ґрунт є базовим компонентом біосфери, який забезпечує продуктивність екосистем, водний і газовий баланс, біорізноманіття та продовольчу безпеку. Руйнування ґрунтів внаслідок бойових дій має тривалий і багатоаспектний характер, адже воно поєднує механічні, хімічні, біологічні та соціально-економічні фактори. В умовах післявоєнного відновлення постає завдання не лише фіксувати масштаби деградації, а й зрозуміти її механізми, щоб розробити ефективні стратегії рекультивації [1].

Можливо розглядати деградацію ґрунтів як результат сукупної дії фізичних руйнувань, хімічного забруднення, втрати біологічної рівноваги та порушення соціальних систем землекористування. Вибухи, пожежі, рух важкої техніки, окопні роботи спричиняють ущільнення, порушення структури, руйнування профілю та ерозійні процеси. Після детонації вибухових речовин у ґрунті накопичуються нітрати, важкі метали, сполуки сірки, свинцю, кадмію, нікелю та інших токсичних елементів, які можуть зберігатися десятиліттями. Такі речовини переходять у водорозчинну форму, потрапляють у ґрунтові води й

мігрують у харчові ланцюги, створюючи додаткові ризики для здоров'я людей і тварин [2].

Особливу увагу треба приділяти хімічному забрудненню та його вторинним наслідкам. Забруднення вибуховими речовинами, продуктами згоряння палива та залишками боєприпасів змінює склад мікробіоти, пригнічує діяльність нітрифікуючих і целюлозоруйнівних бактерій, що веде до порушення колообігу азоту, фосфору й вуглецю. Ґрунт втрачає здатність до самоочищення, знижується його буферність і ферментативна активність. Це призводить до деградації біотичного шару та утворення екологічних пустель — ділянок, на яких відновлення природних функцій практично неможливе без активного антропогенного втручання [3].

Ключовим результатом дослідження буде розроблення концептуальної моделі деградації ґрунтів унаслідок військових дій. Вона передбачає взаємозв'язок між вихідними факторами впливу, процесами деградації, екологічними наслідками та соціально-економічними ефектами. Згідно з цією моделлю, прямі механічні дії та вибухи ініціюють порушення структури й ерозію, тоді як хімічні та біологічні процеси формують довготривалу деградацію через токсичне навантаження. Екологічні наслідки проявляються у втраті родючості, зменшенні вмісту гумусу, погіршенні водно-фізичних властивостей ґрунту, руйнуванні природних ландшафтів і скороченні біорізноманіття. Соціально-економічний ефект відображається у втраті сільськогосподарського потенціалу, погіршенні умов життя населення та збільшенні витрат на відновлення земель.

Слід підкреслити, що деградація ґрунтів у зоні бойових дій має системний характер і охоплює як безпосередньо зруйновані території, так і прилеглі зони, де відбувається розсіювання токсичних речовин і накопичення забруднювачів. Для адекватної оцінки масштабів проблеми необхідно впровадити єдину державну систему моніторингу воєнних екозбитків, яка б охоплювала дистанційне зондування, польові дослідження та лабораторний аналіз проб. Особливе значення має створення геоінформаційної бази даних забруднених

ділянок, що дозволить визначати пріоритети рекультивації [4].

Таке дослідження має важливе теоретичне та прикладне значення. Воно формує новий підхід до розуміння екологічних наслідків воєнних дій, пропонуючи міждисциплінарну систему оцінки й управління деградаційними процесами. Запропонована концептуальна модель може бути використана для розробки державних програм екологічного відновлення, оцінки екозбитків, прогнозування родючості земель і створення ефективної стратегії післявоєнної реабілітації територій.

Дослідження формує напрямок, який можна окреслити як «екологія війни». Він демонструє, що ґрунт є не лише природним ресурсом, а й індикатором екологічного стану країни, чутливим до соціально-політичних подій. Збереження та відновлення ґрунтового покриву стають невід’ємною складовою національної безпеки й стійкого розвитку.

Список використаних джерел

1. Bulba, I., Drobitko, A., Zadorozhnii, Yu., & Pismennyi, O. (2024). Identification and monitoring of agricultural land contaminated by military operations. *Scientific Horizons*, 27(7), 107–117. <https://doi.org/10.48077/scihor7.2024.107>
2. Rodríguez-Seijo, A., Fernández-Calviño, D., Arias-Estévez, M., & Arenas-Lago, D. (2024). Effects of military training, warfare and civilian ammunition debris on the soil organisms: An ecotoxicological review. *Biology and Fertility of Soils*, 60(6), 813–844.
3. Vasarevičius, S., & Greičiūte K. (2004). Investigation of soil pollution with heavy metals in Lithuanian military grounds. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 12(4), 132–137. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/16486897.2004.9636834>
4. Trokhaniak, O. (2024). Impact of military operations on agricultural soils. *Mechanization in agriculture & Conserving of the resources*, 68(1), 24–26.

УДК: 631.531:338.43(477)

НАСІННИЦТВО ЯК ФАКТОР ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ ТА ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ

Кривицька І.А.

[*ivkrivicka@gmail.com*](mailto:ivkrivicka@gmail.com)

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

У статті висвітлено значення насінництва для продовольчої безпеки України в умовах війни та післявоєнного відновлення. Показано основні втрати галузі й окреслено напрями її відновлення. Наголошено на важливості розвитку національної селекції та насіннєвої незалежності держави.

Ключові слова: насінництво, продовольча безпека, війна, відновлення, громади.

The article highlights the importance of seed production for Ukraine's food security in the conditions of war and post-war recovery. The main losses of the industry are shown and the directions of its recovery are outlined. The importance of developing national selection and seed independence of the state is emphasized.

Keywords: seed production, food security, war, recovery, communities.

Насінництво є фундаментом аграрного виробництва, оскільки якість та походження насіння визначають конкурентоспроможність продукції. В Україні аграрний сектор традиційно посідає ключове місце в економіці. За даними Міністерства аграрної політики, до 45 % експортних надходжень у 2021 р. забезпечувалися продукцією сільського господарства [1].

З початком повномасштабної війни аграрне виробництво зіштовхнулося із системними викликами. Але саме насіння виступає центром відновлення, без якісного насіннєвого матеріалу неможливі ні посівні кампанії, ні адаптація до кліматичних змін, ні відновлення експорту. Насінництво є не лише аграрним, а й стратегічним сектором національної безпеки. У світовій практиці насіннєва незалежність сприймається як елемент «продовольчого суверенітету» [2].

Відповідно до Закону України «Про насіння та посадковий матеріал» № 411-IV (2002, із змінами 2020–2023), насіння є стратегічним ресурсом, що підлягає

державному контролю [3]. Продовольча безпека, згідно із Законом України «Про основні засади державної аграрної політики та державної політики у сфері сільського господарства» (№ 2982-IX, 2023) — це стан захищеності населення від загроз дефіциту продовольства та залежності від зовнішніх факторів [4]. Саме насіння впливає на продовольчу безпеку шляхом забезпечення стабільності урожайності, формування генетичної стійкості рослин до хвороб та кліматичних стресів, знижую імпортозалежність, підтримую експортний потенціал, зберігаючи біорізноманіття та національні генетичні ресурси. За даними FAO, до 50% зростання врожайності за останнє століття пов'язано не з агрохімією, а з селекцією та покращенням насіннєвого матеріалу [3].

До початку війни Україна входила до топ-5 світових експортерів зерна, а також була найбільшим постачальником насіння соняшнику та кукурудзи до Європи. Згідно з даними Державної служби статистики за 2021 мала 27 млн га ріллі, це 1-е місце в Європі), до 30% внутрішнього ринку насіння займали вітчизняні сорти, інше – іноземні гібриди (Syngenta, Bayer, Corteva) [4].

Українська селекційна школа має понад 100-річну історію. В Україні діяли близько 70 наукових установ та селекційних станцій. Україна мала найбільші у Східній Європі банки генетичних ресурсів, наприклад Інститут генетичних ресурсів рослин ім. Юр'єва НААН.

Повномасштабна агресія РФ завдала серйозної шкоди насіннєвому сектору. За даними Міністерства аграрної політики (звіт 2023 р.) окуповано або знищено до 30% потужностей з виробництва насіння, пошкоджено 12 селекційних станцій, заміновано понад 6 млн га сільгоспземель, втрачено до 20% елітного насіннєвого фонду зернових культур, порушено логістику та експорт насіння (особливо кукурудзи та соняшника). Вкрай критичним є втрата генетичних колекцій унікальних місцевих сортів, які неможливо відновити [5].

Насінництво — це не лише технологічна, а й стратегічна складова національної безпеки. В умовах післявоєнного відновлення насіннєвий сектор може стати точкою зростання економіки та основою для незалежності агровиробництва [5]. І першу роль в цьому можуть становити громади. Ось що

можна запропонувати громадам у рамках відновлення та розвитку насінництва:

1. Створення локальних насіннєвих кооперативів у вигляді об'єднання фермерів та домогосподарств для спільного вирощування та розмноження насіння основних культур. Це знижує залежність від дорогого імпорту та дає робочі місця. У деяких країнах (наприклад, Індія, Ефіопія) такі кооперативи забезпечують до 30–40% посівного фонду.

2. Розвиток «насіннєвих банків громади». Невеликі локальні сховища насіння (традиційних та адаптованих сортів) можуть працювати як обмінні пункти. Такі банки можна прив'язати до шкіл, аграрних ліцеїв, громад.

3. Навчання фермерів та аграріїв громади. Курси з правильного насінництва: збереження сортових якостей, відбір, зберігання.

4. Використання цифрових платформ на рівні громади. Реєстр насіння та сортів. Електронна «біржа насіння» – обмін між господарствами. Прозорість походження насіння (щоб уникнути фальсифікату, який зустрічається на ринку).

5. Збереження локальних сортів як культурної спадщини. Багато громад мають свої «традиційні сорти». Це і брендинг для локальних продуктів, і реальний внесок у біологічну різноманітність.

Таким чином, тема насінництва та продовольчої безпеки стає не «абстрактною стратегією», а конкретним інструментом розвитку на місцях.

Список використаних джерел

1. Міністерство аграрної політики України. Звіт про стан аграрного сектора України 2021. Київ, 2021. 48 с.
2. FAO. Ukraine: Impact of conflict on agriculture and food security. Rome, 2023. 95 p.
3. Закон України «Про насіння та садивний матеріал» № 411-IV від 2002 р. (зі змінами 2020–2023). – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/411-15>.
4. Закон України «Про основні принципи державної аграрної політики та політики у сфері сільського господарства» № 2982-IX від 2023 р. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2982-20>
5. Стратегія сталого розвитку агросектора України на 2023–2030 рр. Київ, 2023. 40 с.

УДК: 712.4

ПІДЗЕМНЕ ОЗЕЛЕНЕННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ КОМФОРТНОГО ТА СТІЙКОГО УРБАНІСТИЧНОГО СЕРЕДОВИЩА

Кривицька І.А. Лантєв Д.С.

ivkrivicka@gmail.com, dmytro.laptiev@student.karazin.ua

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

Розглянуто концепцію підземного озеленення як засобу підвищення комфорту та стійкості урбаністичних укриттів. Обґрунтовано вплив рослин на оптимізацію мікроклімату та зниження психологічного напруження під час перебування в ізольованих просторах. Запропоновано технологічні рішення для утримання рослин без природного освітлення. Акцент зроблено на принципах біофільного дизайну як інструменту гуманізації підземних просторів.

Ключові слова: Підземне озеленення, мікроклімат, соціально-психологічний стан, урбаністичні простори, OLED, біофільний дизайн.

The concept of underground landscaping as a means of increasing the comfort and sustainability of urban shelters is considered. The influence of plants on optimizing the microclimate and reducing psychological stress while staying in isolated spaces is substantiated. Technological solutions for maintaining plants without natural light are proposed. Emphasis is placed on the principles of biophilic design as a tool for humanizing underground spaces.

Keywords: Underground greening, microclimate, socio-psychological state, urban spaces, OLED, biophilic design.

Війна в Україні актуалізувала потребу освоєння підземних просторів для захисту населення [1]. Однак тривале перебування в укриттях створює значне фізичне та психологічне навантаження [2]. Тому гуманізація та адаптація цих просторів є нагальним викликом сучасного містобудування.

Перебування у підземних спорудах створює два головні виклики. По-перше, це фізичний дискомфорт через порушений мікроклімат [3]. По-друге, це психологічний тиск: в умовах війни фіксується високий рівень стресу [2], який

штучне ізолюване середовище лише посилює [4]. Інструментом, здатним вирішити обидві проблеми, є підземне озеленення. Доведено, що рослини позитивно впливають на психологічне благополуччя, знижуючи рівень стресу, артеріальний тиск та рівень кортизолу [4]. Водночас рослини виступають як живий інструмент оптимізації мікроклімату, завдяки фотосинтезу та транспірації вони очищують повітря та регулюють вологість до оптимальних показників [3].

Підземне озеленення – це особливе завдання: мало світла, обмежений простір, підвищена вологість, іноді нестабільна вентиляція. Реалізація в умовах відсутності сонця вимагає технологічних рішень. Ключові виклики — полив та освітлення. Для вирішення цих завдань пропонується поєднання автоматизованих систем краплинного поливу на базі мікроконтролерів [5] та сучасних фітотехнологій. Оскільки рослинам потрібен повний спектр ФАР, а традиційні лампи виділяють надто багато тепла [3], оптимальним рішенням є "холодні" освітлювачі на основі органічних світлодіодів (OLED). Вони забезпечують необхідний спектр, не порушуючи мікроклімат приміщення.

Також треба раз на тиждень влаштовувати провітрювання чи фільтрацію повітря. У підземних сховищах повітря часто застійне, вологе, з підвищеною концентрацією CO₂. Рослини частково допомагають, але їм самим теж потрібне свіже повітря. Можна порекомендувати додавати вугілля або мікоризу в ґрунт. Це профілактика грибків, корневих гнилій та прискорення адаптації рослин у закритому приміщенні. Активоване або деревне вугілля використовується в ґрунті як природний антисептик. Мікориза - це симбіотичні гриби, які допомагають корінням засвоювати воду та поживні речовини. У закритих приміщеннях особливо корисні, тому що це підвищує імунітет рослин, знижує ризик корневих захворювань, підвищує стійкість при нестачі світла та стресі, зменшує частоту поливів (коріння ефективніше утримує воду).

Дуже ретельно треба підходити і до вибору рослин. Це повинні бути тіневитривалі та невибагливі види. Наприклад, це можуть бути представники роду Сансев'єрія (*Sansevieria*), які витримують слабе світло, очищують повітря, майже не вимагають догляду, Заміокулькас (*Zamioculcas*) - повільно росте в тіні,

мало випаровує воду, стійкий, Аглаонема (*Aglaonema*) - добре переносить штучне освітлення, зволожує повітря, Спатифілум (*Spathiphyllum*) - невибагливий, добре фільтрує повітря, гарно цвіте навіть без сонця, Хлорофітум (*Chlorophytum*) - один з найкращих очищувачів повітря, добре росте в тіні, папороті *Asplenium*, *Nephrolepis* - люблять тінь і вологість – ідеальні для підземель.

Також можна в композиції додавати стабілізований мох. Наявність в інтер'єрі природних елементів, навіть стабілізованих, сприяє зниженню рівня стресу. Також він діє як регулятор мікроклімату. Мох має здатність поглинати вологу з повітря, коли вологість надто висока, і вивільняти її назад у повітря, коли він стає надто сухим. Таким чином, він допомагає підтримувати оптимальний рівень відносної вологості в приміщенні.

Освоєння підземних просторів є неминучим етапом розвитку міст в умовах безпекових викликів [1]. Їхня інтеграція вимагає гуманізації та створення сприятливих умов. Підземне озеленення, підтримане технологіями (автоматизований полив [5], OLED-освітлення та правильний вибір рослин, є ключовим інструментом для цієї мети. Такий підхід дозволяє одночасно дотриматись норм мікроклімату [3] та надати населенню психологічну підтримку, знижуючи стрес в умовах ізоляції [2, 4].

Список використаних джерел

1. Гриців Б. Перспективи розвитку підземного урбаністичного простору для сучасних великих міст. Містобудування та територіальне планування. 2024. № 85. С. 108–120. <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2024.85.108-120>
2. Чуніхіна С. Л. Дослідження соціально-психологічного стану населення України в умовах війни: виклики для фахової спільноти. Вісник Національної академії педагогічних наук України. 2024. Т. 6, № 1. С. 1–4. <https://doi.org/10.37472/v.naes.2024.6143>
3. Дослідження впливу мікроклімату приміщення на людину [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/4354>
4. Вплив кімнатних рослин на самопочуття людини [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://library.udpu.edu.ua/library_files/stud_konferenzia/
5. Автоматизована система поливу для кімнатних рослин [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/16608/1/EMI>

УДК 504.4.064:004.8

ГІБРИДНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЕМЛІ

Максименко В.О, Безсонний В.Л.

maksymenko.vladyslav.o@gmail.com, bezsonny@gmail.com

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

Метою дослідження є розробка гібридної інтелектуальної системи моніторингу екологічного стану масивів поверхневих вод (зокрема, басейну річки Дніпро після катастрофи на Каховській ГЕС). Система вперше поєднує Vision Transformers (ViT) для високоточного великомасштабного аналізу супутникових зображень (ДЗЗ) з архітектурою Retrieval-Augmented Generation (RAG). Ця інтеграція долає проблему роз'єднаності кількісних (геопросторових) та якісних (текстових) даних. Використання RAG гарантує, що Велика мовна модель (LLM) генерує фактологічно обґрунтовані аналітичні звіти, які підтверджуються числовими показниками, що усуває ризик «галюцинацій». Система дозволить оперативно відстежувати довгострокові екологічні наслідки та оптимізувати планування природоохоронних заходів.

Ключові слова: *екологічний моніторинг, дистанційне зондування Землі (ДЗЗ), Vision Transformer (ViT), RAG, великі мовні моделі (LLM), Каховська ГЕС, якість води.*

The research aims to develop a hybrid intelligent system for monitoring the ecological state of surface waters (particularly the Dnieper basin following the Kakhovka HPP disaster). The system uniquely combines Vision Transformers (ViT) for high-precision, large-scale satellite image analysis (DSE) with the Retrieval-Augmented Generation (RAG) architecture. This integration overcomes the problem of fragmented quantitative (geospatial) and qualitative (textual) data. The use of RAG ensures that the Large Language Model (LLM) generates factually supported analytical reports validated by numerical indicators, effectively eliminating the risk of "hallucinations". The system will allow for the prompt monitoring of long-term ecological consequences and the optimization of conservation planning.

Keywords: *ecological monitoring, remote Sensing (RS/DSE), ViT, RAG) large Language Models (LLM), Kakhovka HPP, Water quality.*

Сучасні екологічні виклики, спричинені інтенсивною антропогенною діяльністю та масштабними військовими конфліктами, вимагають кардинальної

зміни підходів до екологічного моніторингу, особливо у вразливих водних екосистемах. Прикладом критичної потреби в інноваційних системах є безпрецедентна екологічна катастрофа, спричинена руйнуванням Каховської ГЕС 6 червня 2023 року. Ця подія призвела до осушення понад 2000 км² водосховища, значного забруднення Дніпровсько-Бузької естуарної системи та Чорного моря, а також викиду токсичних донних відкладень, що накопичувалися десятиліттями (включно з важкими металами та стійкими пестицидами). Масштаби та динаміка цих змін, включно з деградацією рослинного покриву та мікрокліматичними змінами, перевищують можливості традиційних методів спостереження[1-2].

Існуючі методи екологічного моніторингу є фрагментованими та несумісними. Польові вимірювання, хоча й забезпечують високу точність хімічного складу, є надзвичайно трудомісткими, дорогими, обмеженими у просторовому охопленні та, в умовах воєнного часу, можуть нести ризик для персоналу. Водночас, дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) за допомогою супутників Sentinel-2 та Landsat-8/9 забезпечує високу оперативність та широкомасштабне охоплення, що критично важливо для раннього реагування та довгострокового спостереження. Проте, ДЗЗ саме по собі надає лише кількісні показники (наприклад, мутність чи хлорофіл), які потребують подальшої експертної інтерпретації та доповнення якісними даними (наукові звіти, польові дослідження) для повноцінного аналізу.

Головною невирішеною проблемою є роз'єднаність геопросторових кількісних даних, отриманих з ДЗЗ, та якісних текстових знань. Ця фрагментованість ускладнює синтез знань, необхідний для прийняття комплексних та фактологічно обґрунтованих управлінських рішень. Тому існує нагальна потреба у розробці інноваційної системи, що інтегрує ці можливості для забезпечення швидкого, точного та широкомасштабного моніторингу в критичних умовах.

Метою дослідження є розробка та апробація інтегрованої методології для створення гібридної інтелектуальної системи моніторингу екологічного стану масивів поверхневих вод басейну річки Дніпро. Система поєднує можливості дистанційного зондування, Vision Transformers (ViT) та Retrieval-Augmented Generation (RAG) для підвищення точності, оперативності та фактологічної

обґрунтованості екологічних оцінок [3].

Наукова новизна полягає у запропонованій унікальній гібридній методології, яка вперше поєднує ViT-моделі для великомасштабного, високоточного аналізу супутникових зображень із RAG-системою для інтеграції кількісних (геопросторових) та якісних (текстових) даних екологічного моніторингу. Це дозволяє подолати критичний недолік великих мовних моделей (LLM) - схильність до «галюцинацій» - змушуючи їх генерувати аналітичні висновки, які підтверджуються числовими показниками та посиланнями на достовірні першоджерела. Такий підхід забезпечує новий рівень достовірності, якого бракує сучасним автоматизованим системам.

Об'єктом дослідження є екологічний стан масивів поверхневих вод басейну річки Дніпро, особливо територій, які зазнали впливу Каховської катастрофи. Предмет дослідження - методологія та інструменти автоматизованого моніторингу екологічного стану на основі даних ДЗЗ та передових технологій штучного інтелекту.

Запропонована система дозволить оперативно відстежувати довгострокові наслідки техногенних аварій, зокрема Каховської катастрофи. Забезпечуючи точні геопросторові та синтезовані аналітичні дані, система сприятиме оптимізації планування польових робіт, дозволяючи спрямовувати обмежені людські та фінансові ресурси лише до найкритичніших ділянок. Це не лише знизить фінансові витрати та ризики для персоналу, але й забезпечить обґрунтованість рішень щодо відновлення постраждалих територій та підвищить прозорість екологічних оцінок, що є критично важливим для взаємодії з міжнародними партнерами та громадськістю.

Список використаних джерел

1. Екологічні наслідки руйнування Каховської греблі під час війни в Україні. <https://www.nas.gov.ua/news/kahovska-katastrofa-matime-viddaleni-ekologichni-naslidki>
2. Затоплені екосистеми, оголені ґрунти: як підрив Каховської ГЕС змінив український південь. <https://ranok-portal.com.ua/publikatsii/zatopleni-ekosystemy-ogoleni-grunty-yak-pidryv-kahovskoyi-ges-zminyv-ukrayinskyj-pivden/>
3. Retrieval-Augmented Generation (RAG) and LLMs. <https://www.mdpi.com/2673-2688/6/8/188>

УДК 528.8:504.064.36:623.4

ДО ПИТАННЯ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ МІЛІТАРНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ЗА ДАНИМИ КОСМІЧНОЇ ЗЙОМКИ

Немошкалов О.М., Ачасов А.Б.

alnemo7024@gmail.com

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

Розглянуто питання дистанційного моніторингу мілітарного забруднення ґрунтів важкими металами через вплив на сільськогосподарські культури. За допомогою супутникових даних Sentinel-2 для поля соняшника, що зазнало обстрілів у 2022 році, було розраховано вегетаційний індекс NDRE. Хоча середньорічні значення на постраждалій території були стабільно нижчими, ніж на незабрудненій, ця тенденція фіксувалася як у повоєнні, так і у довоєнні роки. Виявлена неоднорідність стану рослин, ймовірно, обумовлена не мілітарним впливом, а іншими, чинниками.

Ключові слова: *ґрунти, дистанційний моніторинг, мілітарне забруднення, важкі метали, рослинність.*

The issue of remote monitoring of military contamination of soils with heavy metals due to the impact on agricultural crops is considered. Using Sentinel-2 satellite data, the NDRE vegetation index was calculated for the sunflower field, which was shelled in 2022. Although the annual averages in the affected area were consistently lower than in the uncontaminated area, this trend was recorded in both the post-war and pre-war years. The revealed heterogeneity of the state of plants is probably due not to military influence, but to other factors.

Keywords: *soils, remote monitoring, military pollution, heavy metals, vegetation.*

Військові конфлікти є джерелом катастрофічного, комплексного впливу на навколишнє середовище, особливо на ґрунтовий покрив. Мілітарне забруднення має бінарну природу, включаючи як фізичне руйнування, відоме як бомботурбація, так і хімічне забруднення. Найбільш небезпечним та довгостроковим компонентом цього хімічного забруднення є потрапляння важких металів (ВМ) у ґрунт.

Важкі метали, такі як свинець, мідь, цинк, арсен та кадмій, є компонентами

вибухових речовин та боєприпасів. Їхня присутність у ґрунті становить довгострокову екологічну загрозу, оскільки ВМ не піддаються біологічному розкладу і можуть залишатися в ґрунті протягом десятиліть.

Дистанційне зондування (ДЗ) пропонує механізм для великомасштабного, оперативного та ретроспективного оцінювання стану земель. Він ґрунтується на теорії, що токсичний стрес, спричинений поглинанням ВМ рослинністю, викликає вимірні фізіологічні зміни, які можуть бути ідентифіковані та кількісно оцінені за допомогою їхньої спектральної сигнатури.

Важкі метали порушують фундаментальні фізіологічні процеси, зокрема фотосинтез, змінюють проникність та структуру клітинних мембран та стінок, а також індукують оксидативний стрес через надмірне накопичення реактивних форм кисню [1]. Найбільш очевидною реакцією на токсичний стрес є зниження вмісту хлорофілу, оскільки метаболічні шляхи, необхідні для його синтезу, пригнічуються.

Для досліджень була обрана територія Роганської територіальної громади (РТГ). Методи дистанційного моніторингу дозволили виявити 916 вирв, що утворились на території РТГ в результаті бойових дій, які тривали протягом 2022 року.

Обстежувалось одне з полів, центральна частина якого в суттєвій мірі постраждала від обстрілів. Загальна площа поля складає 53 га, з якої на 11,3 - територія, що постраждала від обстрілів. На цій частині було зафіксовано 92 вирви, отже щільність вирв на ній становить 8,14 шт/га.

Робочою гіпотезою було припущення, що в потенційно забрудненій зоні розвиток с.-г. рослин буде гіршим ніж у незабрудненій. Оцінювання стану рослин проводилось за вегетаційним індексом NDRE (Normalized Difference Red Edge Index), який є особливо чутливим до вмісту хлорофілу в листі рослин.

Розрахунок NDRE проводився по даним космічної зйомки супутника Sentinel 2 в онлайн сервісі Google Earth Engine. Результати представлені в таблиці. Згідно робочої гіпотези середні значення NDRE за рік на забрудненій території (NDREз.з.) мають бути нижчими ніж середньорічні значення NDRE на

незабрудненій території (NDRE_{н.т.}). Відповідно різниця між ними ($\Delta\text{NDRE} \cdot 100$) має бути від'ємною.

Таблиця 1

Результати розрахунку NDRE

Рік	С.-г. культура	NDRE _{з.т.}	NDRE _{н.т.}	$\Delta\text{NDRE} \cdot 100$
2019	Соняшник	0,328	0,337	-0,922
2021	Соняшник	0,341	0,345	-0,378
2023	Соняшник	0,378	0,383	-0,515
2025	Соняшник	0,346	0,352	-0,624

Результати досліджень показали, що по всіх роках середньорічні значення NDRE на забрудненій території нижчі за NDRE на незабрудненій території. Але це стосується як воєнних так і довоєнних років. Отже ймовірно така стійка неоднорідність обумовлюється не мілітарним впливом, а іншими чинниками, можливо пов'язаними з неоднорідністю ґрунтового покриття.

Список використаних джерел

1. Galieni A., D'Ascenzo N., Stagnari F., Pagnani G., Xie Q., Pisante M. Past and Future of Plant Stress Detection: An Overview From Remote Sensing to Positron Emission Tomography. *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 11. DOI: 10.3389/fpls.2020.609155. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2020.609155>.

УДК 504.5:631.4:355.48

**МЕТОДИКИ БІОТЕСТУВАННЯ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ
МІЛІТАРНОГО ВПЛИВУ НА ҐРУНТИ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ У
ВІТЧИЗНЯНІЙ СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ**

Філатов В. М., Крайнюков О. М.

psskhvictor@gmail.com, alkraynukov@gmail.com

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

У статті висвітлено застосування методик біотестування для дослідження та оцінки екотоксикологічних ефектів мілітарного забруднення ґрунтів. Аналіз застосування методик біотестування для моніторингу в сучасних умовах, зокрема на території України. Виявлення прогалин у національних нормативних документах щодо біоіндикації та наголошенні на необхідності створення національної системи біоіндикації, адаптації наявних закордонних методик для спроможності проведення оцінки мілітарного впливу під час воєнного стану і післявоєнного відновлення.

Ключові слова: *мілітарний вплив, біоіндикація, біотестування, моніторинг, ґрунти, токсичність, біологічні методи дослідження, ISO, PLFA-аналіз, OECD.*

The article highlights the use of biotesting methods for researching and assessing the ecotoxicological effects of military soil contamination. Analysis of the use of biotesting methods for monitoring in modern conditions, particularly in Ukraine. Identification of gaps in national regulatory documents on bioindication and emphasis on the need to create a national bioindication system, adaptation of existing foreign methods for the ability to assess military impact during martial law and post-war recovery.

Keywords: *military impact, bioindication, biotesting, monitoring, soil, toxicity, biological research methods, ISO, PLFA analysis, OECD.*

Військова діяльність спричиняє надходження до ґрунту великої кількості токсичних речовин. До найбільш поширених груп забруднювачів належать вибухові речовини (TNT, RDX, HMX), важкі метали (Pb, Cu, Zn, Cd, Ni), продукти згоряння пального, поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ) та залишки будівельних матеріалів. Ці сполуки чинять значний екотоксикологічний

тиск на ґрунтові екосистеми, знижуючи біологічну активність, пригнічуючи мікрофлору та фауну і змінюючи хімічні властивості ґрунту [8].

Для оцінки екотоксикологічних ефектів мілітарного забруднення ґрунтів використовуються різноманітні методи, зокрема, і біологічні методи дослідження ґрунтів, одним із яких є метод біоіндикації. Цей метод дає змогу не лише фіксувати рівень забруднення, а й оцінювати функціональний стан біоти та її екологічну стійкість.

ISO та OECD розробили стандартизовані протоколи біоіндикацій: OECD 207 (тест на токсичність для червів), (тести для оцінки репродукції), ISO 17512 (поведінкові реакції колембол). В українських реаліях ці методики лише починають впроваджуватись, але вони є критичними для побудови ефективної системи моніторингу [1, с. 1; 5, с. 107546].

Попри високий екологічний ризик, в Україні досі не адаптовано жодного повного стандарту з оцінки біологічного стану ґрунтів, сумісного з ISO або OECD. Водночас такі стандарти вже широко застосовуються в країнах ЄС та США. Наприклад, OECD 222 (Earthworm Reproduction Test) використовується як базовий інструмент у моніторингу військових полігонів у США [6, с. 1614].

Напрями адаптації та інтеграції екотоксикологічних методів в українських реаліях передбачають системну модернізацію оцінки стану ґрунтів у постконфліктних зонах. Першочерговим кроком є впровадження PLFA-аналізу (фосфоліпідні жирні кислоти) та визначення мікробної біомаси як базових індикаторів у національну екологічну практику. Паралельно необхідно налагодити біотестування за участі стандартних модельних організмів, зокрема дощових червів *Eisenia fetida* та колембол *Folsomia candida*, які широко використовуються у міжнародних протоколах. Важливою умовою є адаптація існуючих методичних рекомендацій ISO та OECD до специфіки українських ґрунтово-кліматичних зон, оскільки пряме копіювання іноземних протоколів не завжди враховує локальну екологічну мінливість. У довгостроковій перспективі доцільним є створення централізованої бази даних біоіндикаторних відповідей, специфічних для зони бойових дій в Україні, що дозволить систематизувати

інформацію та підвищити якість екологічного моніторингу.

Таким чином, на сьогоднішній день, критично важливим питанням є розробка та адаптація методичних рекомендацій та національних стандартів, що враховуватимуть особливості ґрунтових умов України, типи військових забруднень, а також доступні лабораторні й польові методики дослідження.

Внаслідок військового антропогенного впливу до ґрунтового середовища України надходять забруднюючі речовини, які можуть чинити кумулятивний ефект та завдавати шкоду живим організмам. Одним із важливих біологічних методів дослідження ґрунтів є метод біоіндикації.

Проте, на сьогоднішній день, більшість методів та підходів біоіндикації ще не інтегровані у національну систему моніторингу. Актуальним питанням є створення нормативної бази для застосування методів біоіндикації в постконфліктний період, з адаптацією міжнародних стандартів до вітчизняних умов. Особливої уваги потребує моніторинг ґрунтів у регіонах інтенсивних бойових дій, де ризик довготривалих негативних наслідків для агроєкосистем є найвищим.

Отже, майбутнє ефективного екологічного контролю в Україні полягає в поєднанні передових наукових підходів з чітким національним регламентом оцінки стану ґрунтової біоти.

Список використаних джерел

1. Aderjan E., Wagenhoff E., Kandeler E., Moser T. Natural soils in OECD 222 testing — influence of soil water and soil properties on earthworm reproduction toxicity of carbendazim // *Ecotoxicology*. 2023. Vol. 32. P. 403–415. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10646-023-02636-9> (OECD 222)
2. Certini G., Scalenghe R., Woods W.I. The impact of warfare on the soil environment // *Earth-Science Reviews*. 2013. Vol. 127. P. 1–15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2013.08.009> (ISO 11268)
3. Ding W., Li Z., Qi R., Jones D., Liu Q., Liu Q., Yan C. *Effect thresholds for the earthworm Eisenia fetida: Toxicity comparison between conventional and biodegradable microplastics* // *Science of the Total Environment*. 2021. Vol. 781. Art. 146884. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146884> (iso 11268)

4. Rodríguez-Seijo A., et al. Effects of military training on soil organisms // *Biology and Fertility of Soils*. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00374-024-01835-8> (TNT, OECD)
5. Solokha M., et al. Soil degradation and contamination due to armed conflict in Ukraine // *Land*. 2024. Vol. 13, no. 10, art. 1614. DOI: <https://doi.org/10.3390/land13101614> (OECD)
6. Swart E., et al. Robust biomarkers in soil invertebrates // *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2022. Vol. 41, no. 9, P. 2124–2138. DOI: <https://doi.org/10.1002/etc.5402> (OECD)
7. Gong P., et al. Transcriptomic effects of RDX and TNT in *Eisenia fetida* // *BMC Genomics*. 2008. Vol. 9, suppl. 1, art. S15. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2164-9-S1-S15>

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ РАЦІОНАЛЬНОГО
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ОХОРОНИ ПРИРОДИ**

УДК 504

**WATERFALLS OF UKRAINE AS TOURIST AND CONSERVATION
OBJECTS: PROBLEMS OF RESEARCH AND RATIONAL USE**

Babicheva K.Y., Borysenko K.B.

karina.babicheva@student.karazin.ua, k.borysenko@karazin.ua

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

Waterfalls are considered an important element of the natural landscape and the tourism potential of Ukraine. The main scientific approaches to their study have been identified, and the issues of rational use and conservation have been analyzed. It has been established that effective management of recreational load and the implementation of environmental education programs are key factors in sustainable development. The obtained results can be used to improve strategies for the development of natural and tourism areas and the preservation of unique geosystems.

Keywords: *waterfalls, ecotourism, sustainable development, eco-trails, recreational pressure, geoheritage, nature management, natural landmarks.*

Розглянуто водоспади як важливий елемент природного ландшафту та туристичного потенціалу України. Визначено основні наукові підходи до їх дослідження, проаналізовано проблеми раціонального використання та охорони. Встановлено, що ефективне управління рекреаційним навантаженням і впровадження екопросвітніх програм є ключовими чинниками сталого розвитку. Отримані результати можуть бути використані для удосконалення стратегій розвитку природно-туристичних територій та збереження унікальних геосистем.

Ключові слова: *водоспади, екотуризм, сталий розвиток, екостежки, рекреаційне навантаження, геоспащина, природокористування, природні пам'ятки.*

Waterfalls are among the most expressive natural formations, combining aesthetic appeal, educational, and recreational value. They create unique landscape complexes where relief, water flows, vegetation, and microclimate interact. Owing to these

features, waterfalls play an important role not only as natural landmarks but also as factors in the development of tourism, environmental education, and sustainable nature management.

Modern trends in tourism require maintaining a balance between the economic use of natural resources and the need to protect the environment. Therefore, an important task is to integrate recreational activities with ecological approaches that ensure sustainable territorial development.

Ukraine has a considerable number of waterfalls, mostly concentrated in the Carpathian region. The most famous among them are Shypit, Probiy, Manyava, Huk, Kamyanka, Trufanets, and Divochi Slozy. They serve not only as natural tourist attractions but also as key elements in shaping the region's positive image. Each year, thousands of tourists visit the Carpathian waterfalls, creating economic opportunities for local communities and stimulating the development of the hospitality industry and transport infrastructure. However, this also leads to environmental problems related to landscape degradation, erosion processes, and pollution [1].

The study of waterfalls encompasses several main areas: geomorphological, hydrological, ecological, and tourism-economic. The geomorphological aspect involves analyzing the structure of cliffs, rock composition, and the morphogenesis of river valleys. The hydrological aspect focuses on water flow, seasonal fluctuations, and feeding regimes. Ecological aspects concern the impact of anthropogenic pressure on natural complexes, while the tourism-economic direction evaluates the potential of waterfalls as resources for green and active tourism [2].

Combining these approaches makes it possible to assess not only the natural uniqueness of waterfalls but also their potential for recreational and educational use.

Waterfalls are valuable geoheritage objects with educational and scientific significance. They serve as natural laboratories for student training, field research, environmental monitoring, and tourism practice. Educational and cognitive routes are developed based on them, combining geographical, ecological, and cultural aspects [3].

Furthermore, the development of such routes promotes environmental awareness among the population, the popularization of natural heritage, and the creation of new

forms of ecotourism.

A significant portion of tourist routes in the Carpathians is based on visiting waterfalls. The most popular are the eco-trails to the Shypit and Manyava waterfalls, which combine observing natural processes, photography, hiking, and studying local flora and fauna. Such routes contribute to the development of local communities that benefit economically from tourism while preserving natural balance [3, 4].

At the same time, intensive recreational pressure can lead to ecosystem degradation; therefore, it is necessary to plan visitor flows, zone the territories, and establish ecological restrictions.

The rational use of waterfalls as tourism resources requires implementing principles of sustainable nature management. This includes developing environmental monitoring systems, improving tourism infrastructure, organizing rest areas, and conducting eco-educational activities. An important direction is the development of green and rural tourism, which combines economic benefits with nature conservation [1, 2].

Applying these approaches will not only help preserve unique natural complexes but also increase the competitiveness of Ukraine's tourist regions at the international level.

In conclusion, waterfalls are an important component of Ukraine's natural environment, combining ecological, aesthetic, and recreational value. They perform multiple functions—from scientific and educational to economic—contributing to the development of both domestic and international tourism. Effective use of these resources is possible only through the integration of environmental protection measures, educational initiatives, and sustainable territorial management.

A comprehensive approach to the study, conservation, and promotion of waterfalls will foster sustainable regional development, improve the quality of tourism services, and strengthen the country's environmental security.

References:

1. Korkuna O., Korkuna I., Kulyk O. Green Tourism as a Factor of Development of United

Territorial Communities in Ukraine. *Economic and Regional Studies*. 2020. Vol. 13. P. 291–301.

2. Innovative Development of Rural Green Tourism in Ukraine / M. Roman et al. *Tourism and Hospitality*. 2024. Vol. 5. P. 33.

3. Rutynskyi M., Kushniruk H. Waterfalls of the Eastern Carpathians (Ukraine) as objects of geoheritage and geotourism. *Geografický časopis / Geographical Journal*. 2021. Vol. 73. P. 233–249.

4. Ковальчук І. Туристично-рекреаційний потенціал гірських районів Українських Карпат: проблеми та перспективи розвитку. *Economics*. 2016. Т. 3. С. 125–129.

5. Романюк В. History and perspectives of use of natural and cultural heritage of Ukrainian Carpathians in tourism. *East European Historical Bulletin*. 2017. Т. 4.

УДК 502.131.1:640.4(4+477)

ENVIRONMENTAL CERTIFICATION AS A TOOL FOR RATIONAL NATURE MANAGEMENT IN THE HOSPITALITY SECTOR

Bezsonnyi V.L.

bezsonny@gmail.com

Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

м. Харків, Україна

Результати дослідження підтверджують, що екологічна сертифікація (ISO 14001, EU Ecolabel) є дієвим інструментом раціонального природокористування у сфері гостинності. Встановлено, що в Україні рівень впровадження таких систем не перевищує 1%, що призводить до значного нераціонального перевикористання ресурсів. Як рішення, запропоновано ентропійний підхід до управління та концептуальну модель національної ініціативи «Green Hospitality UA» для стимулювання «зеленої» модернізації. Впровадження цих механізмів є критично важливим для післявоєнного відновлення та охорони довкілля.

Ключові слова: *раціональне природокористування, екологічна сертифікація, готельний бізнес, сталий розвиток, ISO 14001, охорона природи*

The research results confirm that environmental certification (ISO 14001, EU Ecolabel) is an effective tool for rational nature management in the hospitality industry. It was found that in Ukraine, the implementation level of such systems does not exceed 1%, leading to significant irrational overuse of resources. As a solution, an entropy-based management approach and a conceptual model for the national "Green Hospitality UA" initiative are proposed to stimulate "green" modernization. The implementation of these mechanisms is critically important for post-war recovery and environmental protection.

Keywords: *rational nature management, environmental certification, hospitality industry, sustainable development, ISO 14001, nature protection.*

Modern problems of rational nature management and environmental protection extend far beyond traditional conservation areas and are increasingly intertwined with the functioning of key economic sectors. The hospitality sector (HoReCa), being one of the most dynamic industries, is also a powerful driver of pressure on the

environment. Hotel and restaurant complexes generate significant anthropogenic loads, acting as major consumers of natural resources, particularly energy and water, and generating substantial volumes of waste. According to estimates by the UN Environment Programme, the tourism industry accounts for about 8% of global CO₂-equivalent emissions, a significant portion of which is linked directly to the activities of accommodation facilities. This transforms the management of the HoReCa environmental footprint into one of the most pressing tasks of modern rational nature management and environmental protection policy, especially in the context of global climate challenges and the European Green Deal [1].

The effectiveness of environmental certification as a tool for rational nature management is confirmed by specific quantitative indicators. Data analysis (including the Cornell Hotel Sustainability Benchmarking Index) shows that certified hotels demonstrate a significant reduction in resource consumption compared to non-certified ones: energy consumption is reduced by 15–25%, water consumption by 20%, and waste generation by up to 30%. This is achieved through the implementation of specific technological and managerial solutions that form the basis of the certification criteria: installation of heat recovery systems, LED lighting, tap aerators, implementation of linen reuse programs, and systemic waste sorting. Thus, certification transforms abstract environmental protection goals into clear, measurable, and economically viable business processes, proving that rational nature management can be profitable [2].

Against this backdrop, the situation in Ukraine highlights one of the acute problems in the sphere of rational nature management – a significant gap between European practices and national realities. The level of EMS implementation in Ukraine's hospitality sector remains extremely low, with the share of certified establishments not exceeding 1%. This leads to the direct irrational use of natural resources: it is estimated that Ukrainian HoReCa enterprises consume 1.5 to 2 times more energy and water per unit of service than their certified European counterparts. The key barriers are the lack of effective economic incentives from the state, a low level of environmental culture among managers and staff, and the outdated material

and technical base of most establishments.

To overcome this problem and integrate the principles of rational nature management into the Ukrainian hospitality sector, the development of a national initiative, "Green Hospitality UA", is proposed. This model should be based on adapting successful European standards (EU Ecolabel and Green Key) and include five key components: 1) Regulatory Integration (official recognition of EU certificates); 2) Institutional Support (creation of a Sustainable Tourism Center); 3) Financial Incentives (tax benefits, preferential loans for eco-modernization); 4) Educational Component (training for managers and staff); 5) Monitoring System (a public register of "green" hotels).

The information-entropy approach can serve as the theoretical basis for such a strategy. Within this framework, the "hotel-environment" system is viewed as an open system exchanging energy and matter. Irrational nature management is characterized by high entropy – chaotic, uncontrolled consumption of resources and waste generation. The implementation of an environmental management system (certification) acts as a flow of managerial information that orders these processes, reduces the system's entropy, and increases its overall efficiency and sustainability. Calculations show that certification can reduce the entropy level in such a system by 25%.

Список використаних джерел

1. United Nations Environment Programme. (2023). Emissions Gap Report 2023. UNEP. <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2023>
2. Foundation for Environmental Education. (2024). Green Key Global Criteria 2024. Copenhagen: FEE. <https://www.greenkey.global/criteria>

UDC 631.874:631.95

CURRENT TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF ORGANIC FARMING IN UKRAINE

Kalashnikov R. R., Hrechko A. A.

ruslancandyy@gmail.com, a.a.hrechko@karazin.ua

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

The paper analyzes the development of organic farming in Ukraine under wartime conditions. Despite logistical and economic challenges, the organic sector shows steady growth, with 471,000 hectares of certified land and exports to the EU increasing by 17.4% in 2024. Ukraine ranks among the top five suppliers of organic products to the European Union. The study emphasizes the importance of harmonizing national standards with EU regulations to enhance product quality and market transparency. Ukraine's natural potential and sustainable farming practices ensure promising prospects for the further expansion of the organic sector.

Keywords: *organic farming, export, Ukraine, European Union, sustainable development.*

У статті проаналізовано розвиток органічного землеробства в Україні в умовах воєнного часу. Попри логістичні та економічні виклики, органічний сектор демонструє стабільне зростання: площа сертифікованих угідь становить 471 тис. га, а експорт до країн ЄС у 2024 році зріс на 17,4%. Україна входить до п'ятірки провідних постачальників органічної продукції до Європейського Союзу. У дослідженні наголошено на важливості гармонізації національних стандартів із нормами ЄС для підвищення якості продукції та прозорості ринку. Природний потенціал і сталий підхід до господарювання забезпечують Україні перспективи подальшого розвитку органічного сектору.

Ключові слова: *органічне землеробство, експорт, Україна, Європейський Союз, сталий розвиток.*

According to OrganicInfo and FiBL, interest in organic farming in Ukraine continues to grow even under wartime conditions. Despite destabilizing factors such as disruptions in logistics chains, reduced investment activity, and export risks, the organic sector demonstrates a stable positive dynamic. As of the end of 2023, certified organic agricultural land covered approximately 471,000 hectares, and the number of operators increased to 259, which is 146 more than in the previous year [1]. This

indicates a rising interest among producers in adopting environmentally oriented farming practices and the gradual formation of a new culture of sustainable consumption within Ukrainian society.

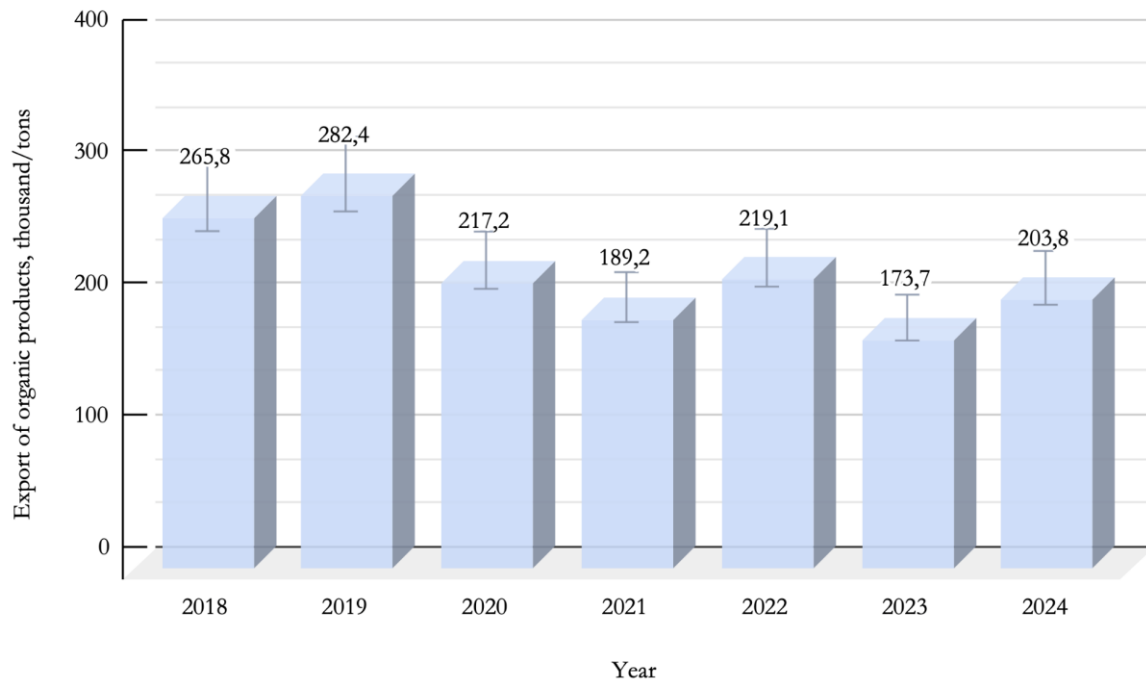


Fig. 1. Dynamics of exports of organic products from Ukraine to EU countries in 2018–2024.

Despite logistical challenges and certification barriers, exports of organic products from Ukraine continue to grow, and the country now ranks among the top five suppliers of organic goods to the European Union. The high level of trust in Ukrainian products can be explained by the combination of fertile soils, compliance with international quality standards, and producers' orientation toward sustainable development.

Access to the premium, i.e., high-value and stable, European market remains one of the main drivers of growth for the Ukrainian organic sector. In 2024, compared to 2023, exports of organic products to EU countries increased by 17.4%, reaching 203.9 thousand tons [2]. This positive trend reflects the recovery of Ukraine's export potential and the gradual strengthening of its position in the global organic market.

Considering Ukraine's status as a major agricultural country, the prospects for

further development of organic production are exceptionally high. Global trends in the agricultural sector confirm that the future belongs to biotechnologies, climate-smart agriculture, and environmentally oriented farming systems that ensure a balance between productivity and the conservation of natural resources [3].



Fig. 2. Organic Map of Ukraine 2023 (EU, NOP)

According to official statistical reports published by the International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), in 2023 the total area of agricultural land with certified organic status or in the transition period in Ukraine reached approximately 471 thousand hectares, of which 391 thousand hectares were already fully certified. The total number of certified organic operators increased to 481, with the highest concentration of farms located in Kyiv, Odesa, Vinnytsia, Cherkasy, and Zaporizhzhia regions. This reflects the gradual geographical diversification of production and the formation of regional clusters of organic farming.

One of the key challenges for the further development of the organic market in Ukraine is the improvement of the legal and regulatory framework, particularly the

development of clear and harmonized standards for the production, processing, and labeling of organic products, aligned with EU requirements. Such measures are essential to enhance market transparency, ensure the competitiveness of Ukrainian producers, and expand export opportunities [4]. State support also plays a crucial role in this process — through certification assistance, advisory services for farmers, and initiatives aimed at stimulating domestic demand for organic products.

Thus, organic farming in Ukraine demonstrates steady development dynamics even under wartime challenges. The expansion of certified areas, the growing number of operators, and a 17.4% increase in exports in 2024 compared to the previous year confirm Ukraine's strengthening position in the European market. Thanks to its favorable natural conditions, high product quality, and commitment to the principles of sustainable development, Ukraine possesses significant potential for further growth and integration into the global organic production system.

References:

1. Коцький С. В. Чому покупців стає менше, а органічних угідь у світі — більше. *AgronomyToday*. 2025 URL:<https://agronomy.com.ua/statti/3395-chomu-pokuptsiv-staie-menshe-a-orhanichnykh-uhid-u-sviti-bilshe.html> (дата звернення 19.09.2025).
2. Линник О. Д. Україна стала одним із головних постачальників органічної продукції до ЄС. *Agravery*. 2025 URL:<https://agravery.com/uk/posts/show/ukraina-stala-odnim-iz-golovnih-postacalnikov-organichnoi-produkcii-do-esorganichne-zemlerobstvo-ta-jogo-rozvytok-v-ukrayini> (дата звернення 19.09.2025)
3. Аверчев О.В., Нікітенко М.П. Органічне виробництво в Україні: сучасний стан та перспективи розвитку. *Таврійський науковий вісник* № 136. Частина 1. 2024. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.2>
4. Гринько Ю.Г. Види і хімічний склад органічних добрив. *Agronomy Journal*. 2025. URL:<https://www.agronom.com.ua/vydy-i-himichnyj-sklad-organichnyh-dobryv/> (дата звернення 19.09.2025)

УДК 502/654

РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ПІЩАНО-СУГЛИНКОВИХ КАР'ЄРІВ: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИКЛАДИ

Ачасов А.Б., Мазуренко Г.О.

achasov@karazin.ua , mazurenko2021de11@student.karazin.ua

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

Проаналізовано сучасні технології рекультивації піщано-суглинкових кар'єрів. Розглянуто двоетапний підход з використанням геоморфологічного формування рельєфу та комбінованого застосування біовугілля з компостом. Розглянуто приклади рекультивації кар'єрів в Україні, Польщі та Німеччині.

Ключові слова: *рекультивація кар'єрів, техноземи, біовугілля, фітомеліорація, дистанційне зондування.*

Modern technologies for the reclamation of sand and loam quarries are analysed. A two-stage approach using geomorphological relief formation and the combined application of biochar with compost is considered. Examples of quarry reclamation in Ukraine, Poland and Germany are examined.

Keywords: *quarry reclamation, technosols, biochar, phytomelioration, remote sensing.*

Видобуток піску та суглинків відкритим способом залишається фундаментальною основою будівельної індустрії, проте неминуче призводить до деградації природних ландшафтів. Масштаби порушених земель постійно зростають, що актуалізує проблему їх відновлення як важливого інструменту екологічного менеджменту та сталого землекористування.

Розкриті породи піщано-суглинкових кар'єрів характеризуються вкрай несприятливими властивостями: відсутність структури, низька здатність до утримування вологи, дефіцит органічної речовини та поживних елементів, підвищена кислотність, відсутність ґрунтової біоти. Ці фактори блокують природні процеси відновлення і вимагають активного втручання. Екологічні наслідки видобутку виходять за межі кар'єру: порушення гідрологічного режиму, фрагментація екосистем, втрата біорізноманіття на значних прилеглих

територіях.

Рекультивация кар'єрів проходить у два етапи: технічний та біологічний. Технічний етап включає формування стабільного рельєфу (виположування укосів до 10%, терасування), застосування геоморфологічного підходу для імітації природних форм, селективне управління родючим шаром ґрунту з нанесенням товщиною 20-60 см, створення систем водовідведення та протиерозійного захисту. Критичною проблемою є конфлікт між інженерними вимогами до ущільнення субстрату та екологічними потребами росту рослин, що вимагає створення пухкого верхнього шару [1].

Біологічний етап передбачає глибоке розпушування, внесення добрив та застосування меліорантів. Особливо перспективною є комбінація біовугілля з компостом: біовугілля створює стабільний пористий каркас для утримання вологи та поживних речовин, а компост забезпечує їх поступове вивільнення та стимулює біологічну активність. Фітомеліорація базується на підборі стійких піонерних видів та відповідних деревних порід [2].

Технології дистанційного зондування та ГІС трансформують моніторинг у потужний інструмент адаптивного управління. Мультиспектральні супутникові знімки та вегетаційні індекси (NDVI) дозволяють регулярно оцінювати динаміку рослинного покриву, виявляти проблемні зони та оперативно коригувати стратегію відновлення [1].

Вибір цільового призначення рекультивованих земель є стратегічним рішенням, що визначає весь комплекс відновлювальних заходів. Ефективне планування вимагає, аби кінцева мета використання була визначена до початку видобувних робіт. Основні напрями включають: сільськогосподарський (створення орних земель, пасовищ), лісогосподарський (залісення для отримання деревини або екологічних функцій), водогосподарський (формування водойм різного призначення), рекреаційний (парки, зони відпочинку), природоохоронний (заказники, відновлення рідкісних біотопів) та будівельний. [2].

Український досвід демонструє різноманітні моделі рекультивації.

Компанія "Метінвест" на місці залізрудних кар'єрів у Кривому Розі створила ландшафтний заказник "Візирка", застосувавши підхід ренатуралізації: природне заповнення кар'єрних чаш водою та спонтанне відновлення степової рослинності сформували унікальну екосистему з червонокнижними видами. [3] Компанія VESCO спеціалізується на традиційних напрямках — поверненні земель у стан ріллі та лісових насаджень. Міжнародна практика пропонує цікаві приклади: кварцовий кар'єр Frechen у Німеччині було трансформовано у складну екосистему, що імітує старий листяний ліс, зі спеціальними заходами для приваблення кажанів, саламандр та інших груп фауни. У Польщі один з піщаних кар'єрів завдяки специфічним гідрогеологічним умовам самостійно перетворився на унікальне карбонатне болото з рідкісними орхідеями. [4]

Рекультивация є не лише екологічним, але й економічним інструментом. Створення продуктивних сільськогосподарських угідь або рекреаційних зон забезпечує довгострокову економічну віддачу та робочі місця для місцевих громад. Природоохоронні об'єкти на рекультивованих землях можуть стати центрами екотуризму. Важливим є залучення місцевих громад до процесу планування рекультивации відповідно до принципів SER, що забезпечує врахування соціальних потреб та підвищує підтримку проектів.

Список використаних джерел:

1. The Practical Guide to Reclamation - Utah Division of Oil, Gas and Mining. URL: https://ogm.utah.gov/wp-content/uploads/2023/06/Reclamation_Manual.pdf
2. Establishing Small Tree and Shrub Species on Mined Lands Using the Forestry Reclamation Approach - USDA Forest Service. URL: https://www.fs.usda.gov/nrs/pubs/jrnl/2019/nrs_2019_skousen_001.pdf
3. Рекультивация: як це робить Метінвест ▸ NADRA. URL: <https://nadra.info/2021/04/restoration-of-disturbed-lands-how-metinvest-does-it/>
4. Рекультивация: як це робить VESCO. URL: <https://nadra.info/2021/04/restoration-of-disturbed-lands-how-vesco-does-it>

УДК 528.854:911.2

ЗАСТОСУВАННЯ СЕРВІСУ GOOGLE EARTH ENGINE ДЛЯ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ ЕРОДОВАНИХ ҐРУНТІВ

Березовський О.І.

alex000berezovsky@gmail.com

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

Ерозія ґрунтів є критичною глобальною екологічною проблемою, яка вимагає точної та своєчасної інвентаризації для розробки ефективних ґрунтозахисних заходів. Google Earth Engine (GEE) виступає як потужний хмарний інструмент, що надає доступ до петабайтів геопросторових даних, включаючи супутникові знімки високої роздільної здатності (Sentinel-2). Для інвентаризації еродованих ґрунтів у GEE пропонується застосовувати метод контрольованої класифікації.

Ключові слова: *ерозія ґрунтів, інвентаризація, контрольована класифікація, Google Earth Engine, дистанційне зондування, Sentinel-2, машинне навчання.*

Soil erosion is a critical global environmental problem that requires accurate and timely inventory to develop effective soil conservation measures. Google Earth Engine (GEE) acts as a powerful cloud-based tool that provides access to petabytes of geospatial data, including high-resolution satellite imagery (Sentinel-2). For the inventory of eroded soils in GEE, it is proposed to apply the method of controlled classification.

Keywords: *soil erosion, inventory, controlled classification, Google Earth Engine, remote sensing, Sentinel-2, machine learning.*

Ерозія ґрунтів є однією з найбільш гострих глобальних екологічних проблем, що загрожує продовольчій безпеці та стійкості екосистем. Точна, масштабована та своєчасна інвентаризація еродованих ґрунтів є критично необхідною для розробки ефективних ґрунтозахисних заходів та сталого управління земельними ресурсами. У цьому контексті, хмарна геопросторова платформа Google Earth Engine (GEE) виступає як потужний і революційний інструмент, що долає обчислювальні та ресурсні обмеження традиційних ГІС-методів.

GEE надає безпрецедентний доступ до петабайтів публічних геопросторових даних, включаючи багаторічні часові ряди супутникових знімків високої роздільної здатності (Sentinel-2, Landsat), глобальні цифрові моделі рельєфу (SRTM, ASTER), кліматичні дані та тематичні набори даних про ґрунти (Harmonized World Soil Database - HWSD). Це усуває потребу у завантаженні та попередній обробці значних обсягів інформації.

На жаль останні ресурс не містить крупномасштабну просторову інформацію про ґрунтовий покрив на територію України. Заміною можуть бути карти агровиробничих груп ґрунтів масштабу 1: 10000, які знаходяться у розпорядженні Державної служби України з питань геодезії, картографії та кадастру. Векторні ґрунтові карти можуть завантажуватись до GEE та оброблятись разом з космічними знімками та іншими даними.

Виділення еродованих ґрунтів у GEE доречно проводити методом контрольованої класифікації, яка є базовим та високоефективним методом для картографування ділянок еродованих ґрунтів. Робочий процес контрольованої класифікації у GEE складається з п'яти ключових, взаємопов'язаних етапів:

1. Підготовка даних та формування композиту. Визначається регіон дослідження та обирається необхідна колекція багатоспектральних супутникових знімків з каталогу GEE. Дані підлягають попередній обробці, після чого формується медіанний композит. Для підвищення інформативності карти ерозії, до композиту включають як основні спектральні смуги, так і похідні спектральні індекси, наприклад, індекс відкритого ґрунту — BSI.

2. Збір та позначення навчальних зразків. Цей етап є критично важливим, оскільки якість класифікації безпосередньо залежить від репрезентативності навчальних даних. Дослідник візуально ідентифікує та вручну оцифровує полігони для кожного цільового класу. Для інвентаризації еродованих ґрунтів ключові класи включають: а) незмитий ґруну, б) змитий ґрунт. Для чорноземних ґрунтів приймається припущення, що усі відміни в їх кольорі свідчать про середній та сильний ступінь ерозії. Надалі оцифровані зразки накладаються на багатоспектральний композит, що дозволяє GEE витягти відповідні спектральні

значення пікселів та їхні мітки класів.

3. Вибір та навчання класифікатора. GEE пропонує низку алгоритмів машинного навчання (ML) для проведення класифікації: Random Forest, Support Vector Machine, Multilayer Perceptron та інші. Вибраний алгоритм навчається на підготовленому наборі навчальних даних, встановлюючи зв'язок між спектральними характеристиками та міткою класу.

4. Класифікація зображення. Після навчання класифікатор застосовується до всього композитного зображення. Кожному пікселю присвоюється ідентифікатор класу, що призводить до створення карти земельного покриття. На цьому етапі GEE використовує свою хмарну інфраструктуру, дозволяючи швидко обробляти величезні масиви даних.

5. Оцінка точності та валідація. Для перевірки достовірності отриманої карти класифікації використовується незалежний набір даних, який не залучався до навчання. Результати оцінки точності, включаючи загальну точність та коефіцієнт Каппа, підтверджують надійність картографування еродованих ділянок.

Контрольована класифікація в Google Earth Engine є потужним інструментальним засобом для високоточного та оперативного картографування еродованих ґрунтів на регіональному та глобальному рівнях. Застосування алгоритмів ML, таких як Random Forest, на основі багатоспектральних даних високої роздільної здатності (Sentinel-2) дозволяє ефективно проводити інвентаризацію та моніторинг деградаційних процесів.

УДК 631.95:504.05:628.5

ПРОБЛЕМИ АГРОПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ДАНИХ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ

Боровенський А.С., Тітенко Г.В.

andrii.borovenskyi@student.karazin.ua, titenko@karazin.ua

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

В статті обґрунтовані проблеми збору та підготовки даних для розрахунку викидів парникових газів при вирощуванні сільськогосподарських культур, в умовах зростання попиту на сільськогосподарську продукцію, яка призначена для виробництва біопалива в країнах Європейського Союзу, з фокусом на найбільш розповсюджену сертифікацію згідно стандарту ISCC (International Sustainability Carbon Certification).

Ключові слова: *біопаливо, викиди парникових газів, сільськогосподарські підприємства.*

The article substantiate the problems of collecting and preparing data for calculating greenhouse gas emissions when growing agricultural crops, in the context of growing demand for agricultural products intended for biofuel production in the countries of the European Union, with a focus on the most widespread certification according to the ISCC (International Sustainability Carbon Certification) standard.

Keywords: *biofuels, greenhouse gas emissions, agricultural enterprises.*

У сучасному світі питання пошуку палива, альтернативного викопному, набуває все більшого значення. Одним з потужних джерел сировини для виробництва біопалива є сільськогосподарська продукція. Оскільки сільське господарство займає одну з найважливіших галузей економіки України, тому виробництво сільськогосподарської продукції для європейського ринку виробників біопалива є великою часткою експорту зернових. У зв'язку зі зростаючими вимогами до екологічної безпеки та якості продукції, набуває особливого значення екологічна сертифікація, яка в свою чергу вимагає розрахунку викидів парникових газів витрачених на вирощування сільськогосподарських культур, таких як наприклад, кукурудза.

Найпоширенішим стандартом сталого виробництва є стандарт ISCC [2], де для розрахунку викидів парникових газів використовується наступна формула (1):

$$e_{ec} = \frac{EM_{fert} + EM_{N_2O} + EM_{in} + EM_f + EM_e}{Y_{rm}} \quad (1)$$

Де e_{ec} - і є саме викиди витрачені на вирощування сировини виражаються в $[kgCO_2eq\ tonne^{-1}]$

EM_{fert} та EM_{N_2O} $[kgCO_2eq\ ha^{-1}\ yr^{-1}]$ - це викиди від використання добрив, де перше враховує такі складові добрив як P_2O_5 , K_2O , CaO , а по друге азотну складову.

EM_{in} $[kgCO_2eq\ ha^{-1}\ yr^{-1}]$ – враховує викиди від інших складових, таких як засоби захисту рослин, насіння.

EM_f $[kgCO_2eq\ ha^{-1}\ yr^{-1}]$ – викиди від використаного палива, яке було витрачене на вирощування та зазвичай на перевозку продукції з поля.

EM_e $[kgCO_2eq\ ha^{-1}\ yr^{-1}]$ – викиди витрачені на електрику, якщо вона використовувалась.

Y_{rm} $[tonne\ ha^{-1}\ yr^{-1}]$ – кількість врожаю

Для необхідного збору даних для розрахунку викидів парникових газів згідно вище зазначеної формули (1) українські фермери стикаються з величезними проблемами. В господарстві має бути необхідний облік усіх витрат по культурах, включаючи використання добрива, засобів захисту рослин, насіння та палива, що зазвичай не притаманне малим фермерам. Тобто стосовно пального мають бути враховані всі витрати на культуру, від палива, витраченого на підготовку ґрунту восени до палива, яке було витрачено на перевезення врожаю до місця першого зберігання, або обробки. Стосовно мінеральних добрив та засобів захисту рослин, всі вони мають бути закуплені з авторизованих джерел, тобто мати сертифікати походження та сертифікати якості, та мають містити чітку інформацію стосовно складу для мінеральних добрив, або діючих речовин для засобів захисту рослин. Також у разі використання органічних

добрив, як наприклад, гною, має бути аналіз на вміст в ньому азоту, в разі його відсутності, застосовується довідкова інформація з авторизованого джерела.

Підготовка якісних первинних даних для розрахунку викидів парникових газів є «вузьким місцем» у впровадженні системи MRV в агросекторі України. Сільськогосподарські підприємства стикаються з комплексними проблемами: відсутності адаптованих методик та національних коефіцієнтів, катастрофічного браку кваліфікованих кадрів, низького рівня цифровізації первинного обліку та фінансових бар'єрів. Ці проблеми значно поглиблюються наслідками воєнних дій. На тлі глобальних кліматичних викликів та євроінтеграційних прагнень України, зокрема впровадження механізму CBAM (Carbon Border Adjustment Mechanism), питання точного обліку викидів в агросекторі набуває критичної ваги.

У контексті глобального пошуку альтернативних джерел палива сільськогосподарська продукція, зокрема зернові культури, відіграють ключову роль у виробництві біопалива. Україна, як один із провідних експортерів зернових на європейський ринок, має значний потенціал у постачанні сировини для біопаливного сектору. Таким чином, для інтеграції в європейський ринок біопалива Україні необхідно вирішувати питання стандартизації, сертифікації та вдосконалення обліку в сільському господарстві, що потребує спільних зусиль фермерів, держави та міжнародних партнерів.

Список використаних джерел

1. The Renewable Energy Directive (RED III): Directive (EU) on the promotion of the use of energy from renewable sources (RED III). (2023). Official Journal of the European Union. URL: [<https://eur-lex.europa.eu>].
2. ISCC EU 205: ISCC EU 205. International Sustainability and Carbon Certification. URL: [<https://www.iscc-system.org>].

УДК 658.26:504.062

РОЛЬ ЕКОЛОГІЧНОГО КОНСАЛТИНГУ У ПІДГОТОВЦІ ПІДПРИЄМСТВ ДО ОТРИМАННЯ ІНТЕГРОВАНОГО ДОВКІЛЛЕВОГО ДОЗВОЛУ (ІДД)

Бота О. В.

oleh.bota@lnu.edu.ua

Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

У статті розглянуто роль екологічного консалтингу у процесі підготовки промислових підприємств до отримання інтегрованого довкіллевого дозволу (ІДД). Показано, що консалтинг є ключовим елементом адаптації бізнесу до нових регуляторних вимог, забезпечуючи аналітичну, методичну та комунікаційну підтримку. Визначено, що ефективна взаємодія підприємств із консалтинговими структурами сприяє впровадженню принципів найкращих доступних технологій і формуванню культури екологічної відповідальності.

Ключові слова: *інтегрований довкіллевий дозвіл, екологічний консалтинг, НДТМ, екологічне управління, сталий розвиток.*

The article examines the role of environmental consulting in preparing industrial enterprises for obtaining an Integrated Environmental Permit (IEP). It is shown that consulting serves as a key mechanism for business adaptation to new regulatory requirements by providing analytical, methodological, and communication support. Effective cooperation between enterprises and consulting firms promotes the implementation of Best Available Techniques (BAT) and the development of environmental responsibility culture.

Keywords: *integrated environmental permit, environmental consulting, BAT, environmental management, sustainable development.*

Реформування системи екологічного управління в Україні є складовою процесу інтеграції до європейського простору сталого розвитку. Прийняття Закону України «Про інтегроване запобігання та контроль промислового забруднення» у 2024 році започаткувало принципово новий підхід до регулювання впливів промислових підприємств на довкілля. Цей закон запроваджує механізм інтегрованого довкіллевого дозволу (ІДД) [1], що

об'єднує дозвільні процедури у сфері викидів, водокористування та поводження з відходами в єдину систему. Такий підхід відповідає вимогам Директиви 2010/75/ЄС Європейського Союзу та забезпечує комплексну оцінку екологічних аспектів діяльності підприємства.

Інтегрований довкіллевий дозвіл є не лише адміністративним документом, а інструментом модернізації екологічної політики підприємства. Його запровадження стимулює бізнес до системного підходу у сфері охорони довкілля, коли усі види впливів – викиди, стоки, утворення відходів, споживання ресурсів – розглядаються у взаємозв'язку. Таким чином, ІДД формує підґрунтя для переходу від формального виконання нормативів до управління екологічною ефективністю виробництва.

Роль екологічного консалтингу [2] в цьому процесі полягає у тому, щоб забезпечити підприємствам доступ до професійних знань і практичного досвіду, необхідного для підготовки до нової дозвільної моделі. Консультанти виступають сполучною ланкою між підприємством, державними органами та громадськістю. Вони допомагають здійснити початкову діагностику стану екологічної документації, оцінити відповідність технологічних процесів вимогам найкращих доступних технологій (НДТМ), визначити прогалини у звітності.

Важливим напрямом консалтингової підтримки є підготовка інтегрованої документації, що включає опис технологічних процесів, аналіз джерел забруднення, характеристику очисних систем, а також розроблення програм екологічного моніторингу. Ця робота вимагає глибокого розуміння технічних параметрів виробництва, екологічних нормативів та юридичних процедур. Саме тому роль консультанта часто виходить за межі підготовки документів: він фактично стає модератором процесу внутрішніх змін на підприємстві, спрямованих на підвищення екологічної ефективності.

Не менш значущим аспектом є супровід підприємства у взаємодії з державними органами та громадськістю. Процедура отримання ІДД передбачає обов'язкове громадське обговорення, що вимагає виваженої комунікації та

здатності пояснити екологічні аспекти діяльності підприємства у доступній і прозорій формі. Консалтинг допомагає забезпечити відкритість цього процесу, уникнути конфліктів із місцевими громадами, а також сприяє формуванню позитивного іміджу підприємства як соціально відповідального суб'єкта господарювання.

Під час подання документів до Міністерства економіки, довкілля та сільського господарства України консультанти здійснюють технічний супровід у системі «ЕкоСистема», допомагаючи підприємству пройти всі етапи розгляду без порушень строків чи відмов через неточності у даних. У результаті підприємство отримує не лише дозвіл, але й налагоджену систему екологічного управління, яка відповідає вимогам міжнародних стандартів, зокрема ESG та IFC Performance Standards [3].

Таким чином, екологічний консалтинг стає стратегічним партнером бізнесу у процесі переходу до інтегрованої моделі регулювання. Його ефективність визначається не лише якістю технічної документації, а й здатністю формувати культуру екологічної відповідальності на рівні управлінських рішень.

Список використаних джерел

1. Закон України «Про інтегроване запобігання та контроль промислового забруднення». № 3855-IX від 16.07.2024 р.
2. Центр ЛТД. Екологічний консалтинг, екологічні послуги. URL: <https://center-ltd.com.ua/>
3. Як видаватимуть інтегрований довкіллевий дозвіл в Україні. URL: <https://mepr.gov.ua/yak-vydavatymut-integrovanij-dovkilljevyj-dozvil-v-ukrayini/>

УДК 911.2:551.4(477.8)

РЕЛЬЄФ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ У МЕЖАХ СЛАВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Брусак В. П., Глюдз Г. В.

brusak_vitaliy@ukr.net, halyna.hliudz@lnu.edu.ua

Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

Встановлено основні просторові відмінності рельєфу та природокористування у межах Славської територіальної громади на підставі аналізу морфометричних, морфографічних і землевпорядних карт. Карти створено засобами програмного забезпечення ArcGIS. Відмінності морфології рельєфу та особливостей природокористування Славської ТГ підтверджують розташування громади у межах двох якісно відмінних геоморфологічних районах.

Ключові слова: *морфологія рельєфу, морфометричні показники, природокористування.*

The main spatial differences in relief and nature use within the Slavsk territorial community were established based on the analysis of morphometric, morphographic and land management maps. The maps were created using ArcGIS software. The differences in the relief morphology of the Slavka TC confirm the location of the community within two qualitatively different geomorphological areas.

Keywords: *relief morphology, morphometric indicators, nature management.*

Славська селищна територіальна громада (ТГ) площею 429 км² розташована у південній гірській частині Львівської області в Стрийському районі. До складу громади входять селище Славсько і 15 сіл: Верхня і Нижня Рожанка, Волосянка, Головецько, Грабовець, Кальне, Лавочне, Либохора, Опорець, Пшонець, Тернавка, Тухля, Хащованя, Хітар, Ялинкувате (рис. 1).

У геоморфологічному плані Славська ТГ знаходиться в осьовій частині Українських Карпат, якій притаманні певні відмінності гіпсометричних, морфографічних і морфометричних показників, що зумовлено особливостями тектонічної і геологічної будови. Північно-східна ділянка Славської ТГ розташована у районі середньогірних Сколівських Бескидів (геоморфологічна область Скибових Карпат), а південно-західна – у районі низькогір'я Славської верховини (область Вододільно-Верховинських Карпат) [1, 2].

Мета цього дослідження – встановити основні просторові відмінності морфології рельєфу та природокоритування на території Славської ТГ.

Морфографічні і морфометричні характеристики рельєфу досліджуваної ТГ отримано на підставі оцифрування трьох листів топографічної карти масштабу 1:50 000 та створення засобами програмного забезпечення ArcGIS морфографічних і морфометричних карт (рис.2–4) та цифрової моделі рельєфу (рис. 1).

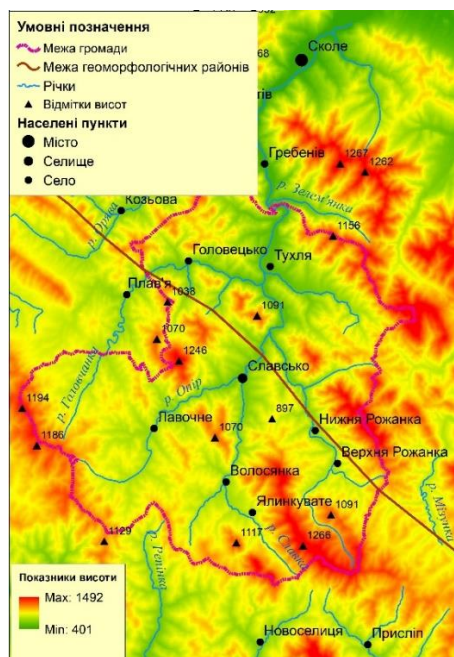


Рис. 1. Гіпсометрична карта району розташування Славської ТГ

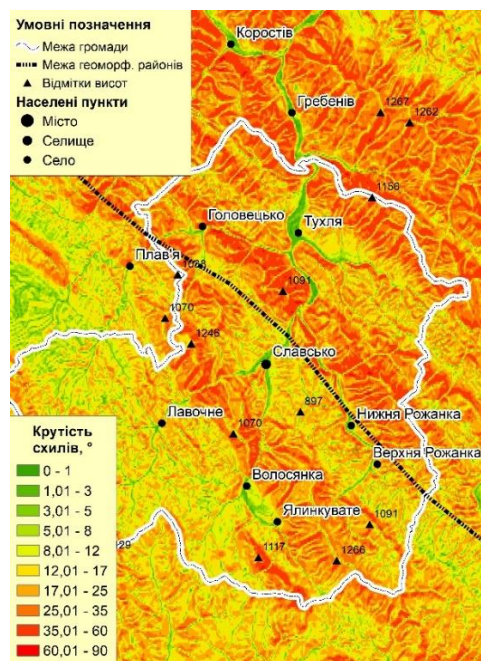


Рис. 2. Карта крутизни земної поверхні Славської ТГ

У північно-східній частині громади виразно простежуються асиметричні паралельні хребти-“скиби” з вершинами, які перевищують 1 100–1 200 м. У південно-західній – переважають низькогірні хребти (до 800–900 м) карпатського простягання з м’якими обрисами та увалисті улоговини. У південно-східній частині Славської ТГ окремі гірські хребти на правобережжі р. Славки сягають висоти 1 000–1 200 м, практично таких же висот досягає Вододільний хребет у верхів’ях річок Головчанка і Опір. Привододільні і схили середньої частини цих хребтів відзначаються зростанням крутості (рис. 2).

Карта *крутизни земної поверхні* Славської ТГ (рис. 2) показово відображає ерозійний потенціал рельєфу та можливості його використання для господарських угідь різного типу. Найвищі показники крутизни схилів (25–35° і місцями

35–60°) приурочені до пригребеневих частин гірських хребтів у районі г. Високий Верх (1 246 м), у верхів'ях потоків, що формують р. Опір, на гірських хребтах між селами Головецько, Нижня і Верхня Рожанки. Дуже круті поверхні (17–25°) характерні для середніх і нижніх частин схилів уздовж долин річок Опір, Славка та їхніх приток, для гірських хребтів на північний схід від сіл Волосянка, Ялинкувате й Лавочне. Тут схили значною мірою вкриті лісом, частково зайняті луками й дисперсною забудовою. Круті схили (12–17°) переважають у центральній частині громади на придолинних поверхнях і нижніх ділянках схилів гірських хребтів біля сіл Тухля, Гребенів і Головецько. Пологі схили (3–8°) і відносно вирівняні поверхні (1–3°) приурочені до днищ долин річок Опір, Славка, Сигла, Головчанка, де зосереджені найбільші поселення громади – Славсько, Тухля, Лавочне, Волосянка і транспортна інфраструктура.

За експозицією схилів у межах Славської ТГ субдомінують схили південно-західної та північно-східної експозицій, що зумовлено загальним північно-західним–південно-східним простяганням хребтів та поздовжніх відтинків долин річок Опір, Славки й більшої частини їхніх приток (рис. 3). Дещо менші площі займають схили північної, східної та західної експозицій, приурочені до відтинків долин річок Опір, Либохірка, Славка, Рожанка перпендикулярних до простягання головних гірських хребтів. Значні площі у межах громади займають вирівняні поверхні відносно вирівняних вододілів та днищ долин з найменшою ерозійною небезпекою, а останні – найсприятливіші умови для розміщення населених пунктів, транспортної інфраструктури та рекреаційних об'єктів.

Горизонтальне розчленування рельєфу в межах Славської ТГ відображає густоту гідромережі. Найвищі значення (2,5–3,5 км/км²) приурочені переважно до розширених ділянок долин річок Опору, Славки, Рожанки у місцях впадіння їхніх численних приток у центральній і східній частинах громади (рис. 4). Середні значення (1,5–2,5 км/км²) спостерігаються на схилах хребтів, що відокремлюють головні річкові долини та в околицях сіл Волосянка, Ялинкувате й Лавочне. Домінує на південному заході ТГ показник горизонтального розчленування 1–2 км/км², що типово для низькогірних ділянок Вододільно-Верховинських

Карпат, а у північно-східній частині громади – дещо вищі значення (1,5–2,5 км/км²), що властиве середньогір'ю Сколівських Бескидів із густішою гідромережею та інтенсивніше розчленованими схилами.

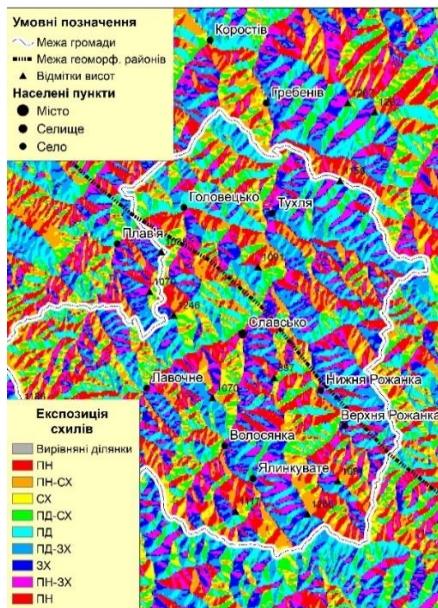


Рис. 3. Карта експозиції схилів Славської ТГ

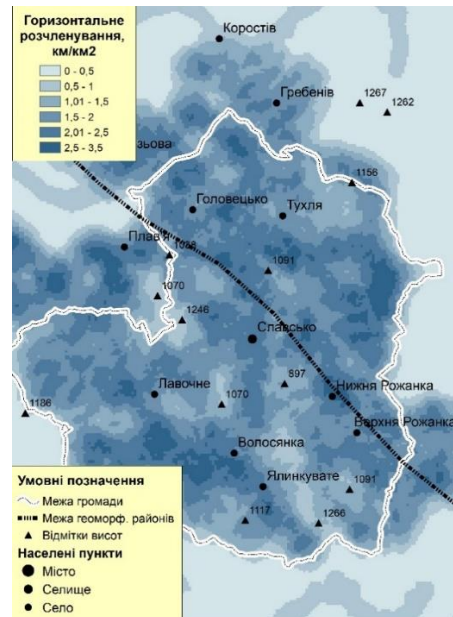


Рис. 4. Карта горизонтального розчленування рельєфу Славської ТГ

Морфографічні і морфометричні характеристики рельєфу Славської ТГ та розподіл різних типів земельних угідь підкреслюють відмінності її північно-східної та південно-західної частин, розташованих у різних геоморфологічних районах. У низькогір'ї Славської верховини з м'якими обрисами хребтів та увалистими улоговинами_субдомінують території вкриті лісовою і лучною рослинністю, значну площу займають поселення з розосередженою і дисперсною забудовою. У середньогір'ї Сколівських Бескидів з крутішими схилами та вузькими долинами річок домінують території вкриті лісом, незначні площі займають ділянки луків та поодинокі поселення з більш щільною забудовою.

Список використаних джерел

1. Кравчук Я. Геоморфологія Скибових Карпат : монографія. – Львів : Видавнич. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2005. 232 с.
2. Сливка Р. О. Геоморфологія Вододільно-Верховинських Карпат : монографія. Львів: Видавн. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2001. 152 с.

УДК 581.524.4:582.29

ВПЛИВ ВИДОВОЇ СТРУКТУРИ ДЕРЕВ НА ФОРМУВАННЯ ЕПІФІТНИХ ЛИШАЙНИКОВИХ УГРУПУВАНЬ У ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ

Вікторова Н.В., Максименко Н. В.

neonila.viktorova@student.karazin.ua

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, УКРАЇНА

Стаття містить огляд результатів досліджень про вплив видового складу деревних порід на різноманіття лишайників, як підґрунтя для вивчення біорізноманіття лишайників у містах України.

Ключові слова: *епіфітні лишайники; деревні породи; фітобіорізноманіття; екологічні фактори; кора дерева; кислотність кори; біомаса лишайників; регіональні відмінності.*

The article provides a review of the results of studies on the influence of tree species composition on lichen diversity as a basis for studying lichen biodiversity in Ukrainian cities.

Keywords: *epiphytic lichens; tree species; phytobiodiversity; environmental factors; tree bark; bark acidity; lichen biomass; regional differences*

Епіфітні лишайники становлять одну з ключових груп біоти лісових екосистем, оскільки беруть участь у процесах кругообігу елементів, акумуляції атмосферних речовин та індикації стану середовища. Їх просторове поширення та видовий склад відображають вплив комплексу біотичних і абіотичних факторів, серед яких провідним виступає вид господаря-дерева. Фізико-хімічні параметри кори, морфологічні особливості, архітектура крони, а також стабільність мікроклімату визначають можливість колонізації та подальшого розвитку епіфітних лишайників [1, 2]. Актуальність теми зумовлена сучасними екологічними викликами - зменшенням площ старовікових лісів, урбанізацією, підвищенням кислотності опадів і глобальними змінами клімату. Саме лишайники першими реагують на ці зміни, що робить їх надзвичайно чутливими біоіндикаторами стану лісових біогеоценозів. Проте ступінь впливу видового

складу деревних порід на різноманіття лишайників у різних біогеографічних регіонах досі залишається недостатньо дослідженим.

Фізико-хімічні властивості кори — кислотність, пористість, вміст фенольних сполук і кальцію — визначають колонізаційний потенціал лишайників. У дослідженні Johansson et al. (2022) у бореальних лісах Північної Швеції на 180 деревах зареєстровано 131 вид епіфітних лишайників. На *Picea abies* середня кількість видів становила $10,6 \pm 4,6$ на дерево, тоді як на *Pinus sylvestris* — лише $8,5 \pm 4,5$, що вказує на вищу екологічну придатність ялини як субстрату [1].

Аналогічні закономірності встановлено в середземноморських лісах, де *Pinus nigra* формує на 35–40 % менше видів лишайників порівняно з листяними породами, що пов'язано з більшою кислотністю кори ($\text{pH} \approx 3,8$ проти 5,1 у *Quercus pubescens*) та вищим рівнем освітленості під кроною [2]. У великих порівняльних аналізах ($n = 1200$ дерев) встановлено, що ділянки із чотирма видами дерев мають удвічі більше видів лишайників і приблизно вдвічі більшу β -різноманітність, ніж монокультурні ділянки, що свідчить про синергетичний ефект міжвидового співіснування господарів [3].

Результати метааналізу епіфітної флори у Середземномор'ї, який охоплював 709 видів лишайників на 72 видах дерев-господарів, показали, що близько 25 % лишайникових видів мають чітку преференцію до певного виду дерева, утворюючи стабільні асоціації типу host preference [4]. У міських насадженнях Центральної Європи виявлено, що автохтонні породи, такі як *Acer platanoides*, *Tilia cordata* і *Quercus robur*, мають на 45–60 % більшу середню кількість епіфітів порівняно з інтродукованими (*Robinia pseudoacacia*, *Aesculus hippocastanum*). При цьому на місцевих видах фіксувалося до 18 видів лишайників на дерево, тоді як на чужорідних — лише 7–10 видів [5]. У старовікових насадженнях Центральної Європи деревна кора з глибокотріщинуватою структурою забезпечує підвищене утримання вологи (на 28–32 % більше, ніж у гладкій корі), що сприяє переважанню листуватих форм (*Parmotrema*, *Pseudevernia*), тоді як гладка кора бука зумовлює перевагу кіркових

форм (*Graphis*, *Lecanora*) [1, 5]

У субтропічних лісах Південно-Західного Китаю біомаса лишайників коливалася в межах 8,55–187,11 г на дерево, залежно від типу лісу, а максимальні значення (до 289,81 г на дерево) реєструвалися на великих старих екземплярах *Altingia excelsa* [6]. Водночас у вторинних лісах середні показники були нижчими більш ніж утричі - 57,3 г проти 187,1 г, що свідчить про важливість стабільного субстрату для формування складних лишайникових угруповань. Дослідження середземноморського регіону [2] показало, що фактор рельєфу (експозиція схилу) може змінювати щільність покриття лишайників на 20–25 %, а наявність поблизу джерела вологи підвищує різноманіття на 30–40 % навіть за однакових деревних порід.

За даними дослідження Nauck & Wirth (2019), у міських екосистемах Німеччини концентрація важких металів (Zn, Cu, Pb) призводить до скорочення видового багатства епіфітів у середньому на 38 %, при цьому на автохтонних породах втрати становили 25 %, а на інтродукованих — понад 50 %. У новітніх польових спостереженнях на “деревах-ретенціях” (збережених для підтримання біорізноманіття) зафіксовано, що 64 % дерев мали хоча б один тип деревного мікрооселища (TreM), а кількість видів лишайників слабо, але достовірно корелювала із числом TreM ($R_s = 0,16$, $p = 0,033$), що підкреслює роль мікроструктури дерева у збереженні біоти [7].

Список використаних джерел

1. Johansson, P. et al. (2022). Tree species identity and age structure determine epiphytic lichen diversity in boreal forests. — University of Umeå, Sweden.
2. Nascimbene, J. et al. (2017). Determinants of epiphytic lichen diversity in Mediterranean pine forests. — University of Padova, Italy.
3. Asplund, J. et al. (2021). Tree diversity increases lichen diversity in mixed forests. — Biodiversity and Conservation, Springer.
4. Nascimbene, J. et al. (2024). Host preference patterns in Mediterranean epiphytic lichens: a large-scale analysis. — University of Trieste.
5. Hauck, M., & Wirth, V. (2019). Urban tree species and their epiphytic lichen flora under air pollution stress. — University of Göttingen, Germany.
6. Li, H. et al. (2020). Host tree traits and forest structure shape epiphytic lichen biomass in subtropical forests of China. — Zhejiang University.
7. Boch, S. et al. (2025). Epiphytic lichens and tree microhabitats: retention trees as biodiversity refuges. — Forest Ecology and Management, Springer.

УДК 595.764 (470.324)

ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЖУКА-ОЛЕНЯ

Дехтярьов Д.Ю, Волошина Н.О.

romannovak017@gmail.com; n.o.voloshyna@udu.edu.ua

Український державний університет імені Михайла Драгоманова, м. Київ,
Україна

Визначено екологічні особливості виду жук-олень (*Lucanus cervus*), причини зменшення чисельності популяції на теренах України та Європи. Визначено основні екологічні чинники для поширення виду та адаптованість до впливу абіотичних і антропогенних чинників.

Ключові слова: жук-олень (*Lucanus cervus*), поширення, збереження, охорона

The ecological features of the stag beetle (*Lucanus cervus*) species and the reasons for the population decline in Ukraine and Europe have been determined. The main ecological factors that determine the distribution of the species and its adaptability to the influence of abiotic and anthropogenic factors have been determined.

Keywords: stag-beetle (*Lucanus cervus*), distribution, conservation, protection

Жук-олень (*Lucanus cervus*) – найбільший жук фауни України. Належить до Класу – Комахи, Ряд – Твердокрилі, Родина – Рогачі.

Зменшення популяції виду *Lucanus cervus* в Україні пов'язано з деградацією і втратою місця мешкання жука-оленя. Старовікові дуби, у яких живе і розмножується даний вид, по лісівничим нормам вважаються перестійними, тому підлягають вирубуванню [1]. Подібна тенденція характерна не лише для України, а й усієї Європи.

У зв'язку зі зменшенням популяції, вид був занесений до Червоної книги України у 1994 році. Охоронний статус виду в Міжнародному списку охорони природи визначено як у найменшій загрозі. Також він включений до Додатку III Конвенції «Про охорону диких видів флори та фауни і середовища існування у Європі» (Бернська конвенція). У більшості Європейських країн жука-оленя класифікують як вид близький до вразливого стану [2]. Також *Lucanus cervus* вважається вимерлим у Данії [3].

У 2016 році, на основі стандартизованого протоколу моніторингу створеного 2012 року з метою оцінки статусу загрози та планування природоохоронних дій, була створена міжнародна мережа схем моніторингу жуків-оленів (ESBMN) [4]. Завдяки громадським організаціям, міжнародній співпраці, залученню волонтерів і місцевих команд, була створена база даних аналізу спостережень за даним видом. Станом на 2021 рік до організації було включено 14 країн, та здійснено понад тисячу трансектних аналізів. З досвіду діяльності ESBMN стало зрозуміло, що міжнародна співпраця має очевидні переваги [6].

Одне з досліджень спростовує думку про те, що *Lucanus cervus* живе і розмножується виключно у старих лісах. Отримані нові результати підтверджують припущення, що переважно молодий ліс здатен підтримувати велику чисельність даного виду за умови наявності достатньої кількості мертвої деревини, придатної для розвитку личинок у ній [5]. За результатами інших спостережень було зафіксовано, що активність жука може бути пов'язана з доступом до світла [6]. Науково-дослідним інститутом природи та лісу Королівства Бельгія було виявлено що личинки *Lucanus cervus* вміло пристосовуються до холодних мікрокліматів. Втім личинки переважно ростуть у теплу пору року, а у холодну їх вага залишається постійною або навіть зменшується, що свідчить про онтогенетичну адаптацію виду [7]. Кліматичний вплив на розмір особин популяції підтверджується ще одним дослідженням, в результаті якого встановлено, що розмір жуків у Іспанії та Німеччині відносно більший порівняно з розміром жуків у Великій Британії [8]. Згідно цього ж дослідження найімовірніше чисельність цієї комахи зменшується через втрату середовища свого існування.

Надмірна експлуатація лісових екосистем в Східній Європі загрожує популяції *Lucanus cervus* і потребує зважених підходів до управління в лісогосподарській діяльності з урахуванням особливостей збереження та охорони раритетних видів безхребетних [2].

У висновку можна впевнено стверджувати що основним чинником

зменшення популяції жука-олень є вирубка лісів, тож єдиним способом збереження популяції є створення особливих заповідних зон та запобігання знищення середовища існування популяцій *Lucanus cervus*.

Список використаних джерел

1. Моніторинг поширення жука-олень в Україні / Українська природоохоронна група.
URL: <https://uncg.org.ua/projects/zaluchennya-gromadskosti/lucanus/1111>
2. Nieto A., Alexander K. European Red List of Saproxyllic Beetles, 2018. – 56 с.
3. Harvey D.J., Gange A.C. The stag beetle: A collaborative conservation study across Europe / *Insect Conserv. Divers.* 2011. – Vol. 4. – P. 2–3.
4. A European monitoring protocol for the stag beetle, a saproxyllic flagship species / Campanaro A. et al. / *Insect Conserv. Divers.* 2016. – 9. – P. 574–584.
5. A multidimensional study on population size, deadwood relationship and allometric variation of *Lucanus cervus* through citizen science / Daniele Giannetti et al. / *Insect Conservation and Diversity*. – 2023. - Vol. 13, № 5. – P. 638-648. URL: <https://doi.org/10.1111/icad.12660>
6. The European Stag Beetle (*Lucanus cervus*) Monitoring Network: International Citizen Science Cooperation Reveals Regional Differences in Phenology and Temperature Response / A. Thomaes et al. / *Insects*. 2021. Vol. 12, №. 9. - P. 813. URL: <https://doi.org/10.3390/insects12090813>.
7. Thermal effect on larval development of the European stag beetle, *Lucanus cervus* / Thomaes A., Hendriks P., Fremlin M. / *Belgian Journal of Zoology*. – 2022. – Vol. 152. URL: <https://doi.org/10.26496/bjz.2022.95>
8. Bionomics and distribution of the stag beetle, *Lucanus cervus* (L.) across Europe / Deborah J., Harvey A.C., Gange C.J. et al. *Insect Conservation and Diversity*. 2011. – Vol. 4, №1. - P. 23-38
URL: <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2010.00107.x>

УДК 502.17:598. 2: 2:591.543.43(477)

БІОСФЕРНІ РЕЗЕРВАТИ УКРАЇНИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ МІГРУЮЧИХ ПТАХІВ

Волошина Н.О., Новак Р. М.

romannovak017@gmail.com

*Український державний університет імені Михайла Драгоманова, м. Київ,
Україна*

У статті досліджується роль біосферних резерватів України у збереженні біорізноманіття та забезпеченні сталого природокористування. Особливу увагу приділено екологічному значенню цих територій у контексті дослідження міграційних шляхів птахів, які проходять територією України. Висвітлено основні виклики сучасного періоду й напрями підвищення ефективності природоохоронної діяльності в умовах сталого розвитку.

Ключові слова: *біосферні резервати, біорізноманіття, міграція птахів, міграційні шляхи птахів, природокористування.*

The article explores the role of Ukraine's biosphere reserves in preserving biodiversity and promoting the sustainable use of natural resources. Special attention is given to the ecological importance of these areas in the context of studying bird migration routes that pass through Ukrainian territory. The paper highlights the main contemporary challenges and outlines directions for enhancing the effectiveness of conservation efforts within the framework of sustainable development.

Keywords: *biosphere reserves, biodiversity, bird migration, bird migration routes, nature management.*

У контексті глобальних екологічних викликів ХХІ століття, пов'язаних із втратою біорізноманіття, кліматичними змінами, деградацією природних екосистем та зростанням антропогенного тиску, питання ефективного природокористування набуває першочергового значення. Додаткові навантаження на довкілля спричинені військовими діями в Україні відіграють ключову роль у збереженні природоохоронних територій та біорізноманіття. Сполучні території екологічної мережі та шляхи міграції тварин в південних і східних регіонах України зазнають суттєвих трансформації. Формування

белігеративних територій та активні бойові дії змушують змінювати міграційні маршрути перельотів сотень видів птахів у Східноєвропейсько-Африканському регіоні.

Звичні міграційні коридори птахи оминають через ефект неспокою, потрапляння під обстріли та втрату місць відпочинку і гніздування. Це призводить до їх виснаження через зміну маршрутів, пошук нових місць відпочинку та пошуку їжі, більш тривалий час перельотів [1].

«Болючим» прикладом впливу війни на птахів стали наслідки захоплення у 2014 році росією водно-болотного угіддя «Крива коса» на азовському узбережжі. Після того, як у 2015 році окупанти почали використовувати його для воєнних цілей, там зникло гніздове угруповання [2].

Перелітні птахи особливо чутливі до втрати середовищ існування. Скорочення площі заплавних територій Дніпра й Дністра, зменшення природних лук, вирубування лісосмуг, осушення боліт – усе це призводить до зниження чисельності та зміни маршрутів перельотів.

У цих умовах біосферні резервати та заповідники набувають особливої ваги. В Україні функціонує кілька унікальних природоохоронних територій, які виконують роль «островів стабільності» для мігруючих популяцій. Дунайський біосферний заповідник (відмічено 299 видів птахів, це 70% орнітофауни України), Карпатський біосферний заповідник (має важливе значення як середовище гніздування та проживання осілих і частково мігруючих видів, а також для сезонних переміщень у межах Карпатського регіону), Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний заповідник – створений на території зони відчуження (територія виконує роль безпечного середовища для відпочинку й розмноження, особливо з огляду на низький рівень антропогенного тиску). Чорноморський біосферний заповідник в Херсонській області – створений задля вивчення і збереження птахів, зокрема масового їх гніздування та міграцій наразі окупований. Під загрозою знищення знаходяться більше 300 видів птахів (загроза у вигляді замінування, забруднень, пошкоджених та зруйнованих екотопів) [3, 4]. Асканія-Нова – як унікальний степовий біосферний заповідник

відіграє важливу роль у збереженні степових екосистем та гніздування хижих птахів, наразі також перебуває під тимчасовою російською окупацією, що створює загрозу незворотної втрати екосистем. Окупація цих територій призводить до серйозних екологічних наслідків: знищується унікальна флора і фауна; забруднюються ґрунти та водні ресурси токсичними речовинами, що завдає довготривалої шкоди екосистемам; руйнуються природні ландшафти, що спричиняє втрату біорізноманіття; унеможлиблюється проведення наукових досліджень та екологічного моніторингу, ускладнюючи оцінку завданих збитків та планування заходів з відновлення [4].

Отже, функціонування біосферних заповідників в Центральній та Західній Україні залишаються унікальними резерватами у забезпеченні умов для перелітних птахів. Водночас сучасні виклики – воєнні дії, техногенні ризики, зміни клімату – потребують посилення державної підтримки заповідної справи, удосконалення механізмів моніторингу, залучення громадськості та впровадження інноваційних технологій екологічного контролю.

Список використаних джерел

1. Природа та війна: як військове вторгнення Росії впливає на довкілля України. Екодія. 2022. URL: <https://ecoaction.org.ua/pryroda-ta-vijna.html> (дата звернення: 12.09.2025).
2. Через бойові дії птахи можуть змінити свої міграційні шляхи, які пролягають через Україну. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. 2022. URL: <https://mepr.gov.ua/cherez-bojovi-di-yi-ptahy-mozhut-zminyty-svoyi-migratsijni-shlyahy-yaki-prolyagayut-cherez-ukrayinu/> (дата звернення: 11.09.2025).
3. 14 липня – День народження Чорноморського заповідника. Чорноморський біосферний заповідник Національної академії наук України. 2025. <https://bsbr.in.ua/uk/news/bsbrnews/196-bsbr98>
4. Майбутнє природоохоронних територій в Україні. Документ для обговорення щодо відновлення та реформування природоохоронних територій URL: https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/wwf_a4_the_future_of_protected_areas_in_ukraine_ukrainian_version.pdf (дата звернення: 08.10.2025).

УДК 631.58:556.3

ПОСТАНОВКА ЕКСПЕРИМЕНТУ З ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЯКОСТІ ЗРОШУВАЛЬНИХ ВОД

Гололобова О. О., Бурченко С. В., Колесник П. В.

elena.gololobova@karazin.ua, s.burchenko@karazin.ua,

polina.kolecnyk@student.karazin.ua

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

У рамках науково-дослідної роботи Каразінського навчально-наукового інституту екології, зеленої енергетики та сталого розвитку проведено дослідження придатності природних вод для зрошення агро- та урболандшафтів. Експеримент заплановано на ділянці річки Багата в межах селища Дар-Надія, де переважають чорноземи звичайні, лучні та лучно-болотні ґрунти.

Ключові слова: зрошення, природні води, зелено-блакитна інфраструктура, р. Багата

As part of the research work of the Karazin Educational and Scientific Institute of Ecology, Green Energy, and Sustainable Development, a study was conducted on the suitability of natural waters for irrigation of agricultural and urban landscapes. The experiment is planned to be conducted on a section of the Bagata River within the village of Dar-Nadiya, where ordinary chernozems, meadow, and meadow-marsh soils prevail.

Keywords: irrigation, natural waters, green-blue infrastructure, Bagata River

В рамках науково-дослідної роботи Каразінського навчально-наукового інституту екології, зеленої енергетики та сталого розвитку за 2021-2025 рр. за темою «Діагностичні показники родючості зрошуваних ґрунтів зеленої інфраструктури сельбищних ландшафтів для сталого управління в умовах змін клімату», етапу 2025 року «Оцінка придатності для зрошення природних вод, як елемента блакитної інфраструктури у сталому функціонуванні агро- та урболандшафтів» в межах виконання ПНД НААН 01 «Рациональне використання і стале управління ґрунтовими ресурсами, збереження родючості та здоров'я ґрунтів, захист їх від деградації («Ґрунтові ресурси України: інформаційне забезпечення, рациональне використання, менеджмент, технології»)» поставлено

експеримент з визначення хімічного складу зрошувальної води з природних водних об'єктів за агрономічними та екологічними критеріями.

Для постановки експерименту обрано ділянку річки Багата в межах селища Дар-Надії, Берестинського району Харківської області. В басейні річки переважають чорноземи звичайні, лучні та лучно-болотні ґрунти [1]. Екосистема річки сильно змінена антропогенною діяльністю та регулюванням, що призвело до значного зменшення водного режиму, заростання, замулення і часткової втрати заплавної екосистеми. При цьому прилегла територія у долині річки Багата активно використовується для сільськогосподарських потреб.



Рис. 1. с. Дар-Надії

Антропогенна трансформація екосистеми річки, включаючи регулювання стоку, заростання та замулення, зумовлює необхідність врахування цих змін при плануванні систем зрошення та управлінні водними ресурсами. Виявлені ґрунтові умови (чорноземи звичайні, лучні та лучно-болотні ґрунти) є придатними для впровадження систем зрошення за умови контролю якості води та підтримки екологічного балансу, що сприятиме сталому функціонуванню зелено-блакитної інфраструктури.

Список використаних джерел

1. Багата. Енциклопедія Сучасної України / редкол. : І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2003. URL: <https://esu.com.ua/article-38700> (дата звернення 01.10.2025)

УДК 631.6

АНАЛІЗ АГРОНОМІЧНИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ВОДИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО ЗРОШЕННЯ (НА ПРИКЛАДІ ЗРОШУВАЛЬНИХ ВОД СТАВУ ВІЛЬХІВСЬКОЇ ГРОМАДИ)

Гололобова О. О., Стаднік І. О., Доля Д. С.

elena.gololobova@karazin.ua, ivanstadnikwhatsup22@gmail.com,

dmytro.dolia@student.karazin.ua

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

У статті аналізуються діагностичні агрономічні та екологічні показники придатності води для зрошення, відібраної зі ставу у Вільхівській громаді Харківського району Харківської області. За сумою балів (7) зрошувальна вода класифікується як придатна для використання земель за умови застосування комплексу агротехнічних заходів.

Ключові слова: *придатність води для зрошення, показники якості зрошувальної води, агрономічні критерії, екологічні критерії.*

The article analyzes diagnostic agronomic and environmental indicators of the suitability of water for irrigation, taken from a pond in the Vilkhivska community of the Kharkiv district, Kharkiv region. Based on the total score (7), irrigation water is classified as suitable for use on land, provided that a set of agronomic measures is applied.

Keywords: *suitability of water for irrigation, indicators of irrigation water quality, agronomic criteria, ecological criteria.*

Згідно з ДСТУ 2730:2015, агрономічні критерії оцінки якості природної води для зрошення включають:

- підтримку та покращення родючості ґрунтів, зокрема запобігання процесам засолення, осолонцювання, підкислення та порушень біологічного стану ґрунтів;
- забезпечення стабільної врожайності сільськогосподарських культур, що сприяє їх продуктивності та інтенсивному росту;
- гарантування належної якості сільськогосподарської продукції, зокрема її поживної цінності та безпеки для споживання [1].

Екологічні вимоги до придатності води для зрошення визначені у національному стандарті ДСТУ 7286:2012. Цей стандарт спрямований на оцінку якості природної води, яка використовується для зрошувальних цілей, з акцентом на запобігання потенційно негативним впливам на навколишнє середовище та здоров'я людей [2].

Аналіз агрономічних та екологічних діагностичних показників придатності води для зрошення, відібраної з природного водного об'єкту, а саме ставу, що знаходиться на території Вільхівської громади Харківського району Харківської області дозволяє отримати такі результати. Загальна мінералізація на рівні 0,903 г/дм³ перебуває у межах допустимих значень для зрошення без значних обмежень, однак близькість до граничного показника 1,0 г/дм³ вимагає регулярного моніторингу стану ґрунтів.

Вміст хлорид-іонів (Cl^- , 3,12 мекв/дм³) перебуває в межах допустимого діапазону, однак може виявитися токсичним для чутливих сільськогосподарських культур, особливо при тривалому дощуванні. Лужність від CO_3^{2-} (0,1 мекв/дм³) мінімальна, тоді як загальна лужність від HCO_3^- (4,40 мекв/дм³) є значною, що впливає на рН ґрунту. (8,24) та може призводити до підлуження, особливо на ґрунтах із низькою буферною здатністю.

Зрошувальна вода з показниками рН 8,24, концентрацією CO_3^{2-} 0,1 мекв/дм³, вмістом Cl^- 3,12 мекв/дм³ та загальною концентрацією токсичних іонів 4,57 мекв/дм³ класифікується як придатна з обмеженнями (клас II) щодо небезпеки токсичного впливу на рослини при дощуванні. Рекомендується уникати дощування на чутливі культури (наприклад, під час цвітіння), забезпечувати належний дренаж для зменшення накопичення солей і проводити моніторинг стану рослин.

Оцінка небезпеки осолонцювання за коефіцієнтом К (118,32), який значно перевищує граничне значення 25 %, та невиконанням нерівності за методом І. А. Антипова-Караєва ($0,85 < 20,77$) свідчить про високу ймовірність осолонцювання ґрунтів. Водночас показник SAR (4,09) вказує на низьку адсорбційну активність натрію, що дещо знижує ризик, але не усуває загрози.

За результатами розрахунку за формулою Ізраельсона, загальний шар води, необхідний для досягнення граничного вмісту солей у ґрунті становить 2,88 м; При щорічній звичайній зрошувальній нормі термін засолення ґрунту оцінюється приблизно в 15 років, що підкреслює необхідність запровадження превентивних заходів за цей час.

Бальна оцінка діагностичних показників катіонно-аніонного складу зрошувальної води [3] складає 7 балів: значення рН водного середовища (8,24) отримало 2 бали, що вказує на слабколужну реакцію, яка може впливати на біологічний режим ґрунту та потребувати коригувальних заходів. Вміст CO_3^{2-} (0,1 мекв/дм³), токсичної лужності ($\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$, 1,75 мекв/дм³), загальної лужності (HCO_3^- , 4,40 мекв/дм³), хлорид-іонів (Cl^- , 3,12 мекв/дм³) та токсичних солей у еквівалентах хлору (4,57 мекв/дм³) оцінено в 0 балів. Показник $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ (54,62 % від суми поглинутих катіонів) отримав 5 балів, що вказує на високий вміст натрію та калію, що є критичним фактором для розвитку осолонцювання ґрунтів. За такою сумою балів зрошувальна вода класифікується як придатна для використання земель за умови застосування комплексу агротехнічних заходів.

Оцінка вмісту мікроелементів та важких металів за показала відповідність більшості показників (Mn, Zn, Cu, Ni, Pb, Co, Cr, Cd) вимогам I класу, за винятком заліза (Fe, 0,355 мг/дм³), вміст якого за умов краплинного зрошення відповідає II класу. Це може спричинити засмічення систем краплинного зрошення, що потребує додаткового очищення води.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 2730:2015. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. [Чинний від 2016-07-01]. Київ, 2016. 9 с.
2. ДСТУ 7286:2012. Якість природної води для зрошення. Екологічні критерії. [Чинний від 2013-07-01]. Київ, 2013. 14 с.
3. Рекомендації щодо обстеження еколого-меліоративного стану земель в умовах краплинного зрошення. – Харків : ННЦІГА імені О. Н. Соколовського, 2012. – 20 с.

УДК 502/504

АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ ВІЙНИ НА СТАН ОСТРОВА ХОРТИЦЯ

Горошкова Л. А.¹, Меньшов О. І.², Горошков С.В.^{2,3}

goroshkova69@gmail.com, menshov@knu.ua, stas20055002@gmail.com

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

²Київський національний університет імені Т. Г. Шевченка, м. Київ, Україна

³Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

В роботі була проведена оцінка зміни природних та штучних комплексів острова Хортиця, що входить до складу Національного заповідника «Хортиця» шляхом аналізу магнітних властивостей та визначення вмісту небезпечних хімічних сполук (зокрема важких металів) у донних відкладеннях осушених озер, що утворилися після підризу Каховської греблі, а також ґрунтовому покриві.

Ключові слова: *острів Хортиця, магнітні властивості ґрунтів та донних відкладів, озера, важкі метали*

In this study, an assessment was carried out of the changes in natural and artificial complexes of Khortytsia Island, which is part of the National Reserve “Khortytsia.” The assessment was based on the analysis of magnetic properties and the determination of the content of hazardous chemical compounds (in particular, heavy metals) in the bottom sediments of drained lakes that were formed after the destruction of the Kakhovka dam, as well as in the soil cover.

Keywords: *Khortytsia Island, magnetic properties of soils and bottom sediments, lakes, heavy metals.*

Актуальність дослідження зумовлена тим, що під час військових дій території з різними типами землекористування зазнають значного негативного впливу. Природні та антропогенні комплекси природно-заповідного фонду, а саме Національного заповідника «Хортиця» перебувають під постійною загрозою ракетних ударів, атак дронів, керованих авіабомб тощо.

Додатковий тиск створює урбанізоване середовище та важка промисловість Запоріжжя. Окрім цього, зникнення Каховського водосховища спричинило незворотні зміни у біорізноманітті, водному режимі та ландшафтних

умовах прилеглих територій, зокрема острова Хортиця.

Метою даної роботи є оцінка змін природних і антропогенних комплексів заповідника Хортиця шляхом аналізу магнітних властивостей та визначення концентрації небезпечних хімічних сполук, зокрема важких металів, у донних відкладеннях осушених озер, що виникли після руйнування Каховської греблі, а також у ґрунтовому покриві.

Магнітну сприйнятливість вимірювали за допомогою лабораторного капамістка KLY-2 Kappabridge. Питома магнітна сприйнятливість (χ) визначалася шляхом нормалізації на масу. Вміст хімічних елементів аналізували за допомогою рентгенофлуоресцентного (XRF) аналізу, використовуючи обладнання компанії Elvatech. Дослідження впливу війни з використанням даних ДЗЗ передбачало застосування хмарної платформи Google Earth Engine (GEE), отримання космічних знімків апаратів Sentinel-2, «LANDSAT-5», а також колекції даних з FIRMS (Fire Information for Resource Management System) від NASA, яка дає інформацію супутників MODIS та VIIRS. Аналіз здійснювався шляхом обробки супутникових даних з подальшою їхньою візуалізацією в GEE.

Було проведено дослідження донних відкладень озер Кам'яне, Прогній, Рисове та Піщане, а також ґрунтового покриву лісової ділянки.

Виявлено високу магнітну сприйнятливість. У більшості точок спостереження зафіксовані досить високі значення $\chi = 50\text{--}100 \times 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$, тоді як окремі зразки демонструють ще вищі показники ($\chi = 100\text{--}300 \times 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$). Такі значення можуть бути пов'язані як із техногенним забрудненням, так і з літогенним походженням магнітних мінералів, що надходять із виходів кристалічного фундаменту в околицях Хортиці. Крім того, підвищена магнітна сприйнятливість зафіксована у піщаних ґрунтах змішаного лісу. Значуща кореляція магнітної сприйнятливості виявлена лише для хрому (коефіцієнт кореляції – 0,4). Водночас встановлено перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) важких металів: свинцю у 2–8 разів, цинку у 2–10 разів, хрому у 20–50 разів, міді у 10–20 разів, нікелю у 5–20 разів, кобальту у 5–8 разів.

Магнітна сприйнятливість донних відкладів озер та ґрунтового покриву

острова Хортиця є високою. Припускається, що це пов'язано із накопиченням літогенного матеріалу від вивітрювання гірських порід кристалічного фундаменту. Концентрація низки елементів, в першу чергу важких металів, перевищує ГДК у 2-50 разів. Однак значущий коефіцієнт кореляції було зафіксовано лише між χ та Cr (0,4). Отже, магнітні мінерали не мають генетичного зв'язку із матеріалами, які вміщують важкі метали. Тобто, скоріше за все техногенний вплив відсутній.

В подальшому, кластеризація усіх видових ділянок острова (лісів, луків, прибережних зон, техногенних територій та гідрологічних об'єктів) за магнітними та іншими фізико-хімічними показниками ґрунтів дозволить визначити масштаби та характер змін екосистеми.

Список використаної літератури

1. Дубова, О.В (2008). Еколого-агрохімічна оцінка та фізичні властивості ґрунтів заплавної зони острова Хортиця. Вісник ЗНУ. Біологія, 2, 53-59.
2. Єнтін, В. А., Гінтов, О. Б., Орлюк, М. І., & Марченко, А. В. (2023). Локальні магнітні аномалії Українського щита як індикатори прояву різновікових етапів осередково-каналного магматизму. Геофизический журнал, (45, № 2), 44-62.
3. Маринич, А.М., Пащенко, В.М., Шищенко, П.Г. (1985). Природа Украинской ССР. Ландшафты и физико-географическое районирование, Наук. думка, 224 с.
4. Bonchkovskyi, O., Ostapenko, P., Bonchkovskyi, A., & Shvaiko, V. (2025). War-induced soil disturbances in north-eastern Ukraine (Kharkiv region): Physical disturbances, soil contamination and land use change. Science of The Total Environment, 964, 178594.
5. Bondar, K. M., Tsiupa, I. V., Sachko, A. V., & Nasiedkin, I. I. (2024). Pre-war situation with soil pollution in the city of Zaporizhzhia: Metallurgical industry center in Ukraine - Characterized by magnetic, geochemical and microscopy methods. Acta Geophysica, 72(2), 1355-1375.
6. Chaparro, M. A., Chaparro, M. A., Córdoba, F. E., Lecomte, K. L., Gargiulo, J. D., Barrios, A. M., ... & Böhnelt, H. N. (2017). Sedimentary analysis and magnetic properties of Lake Anónima, Vega Island. Antarctic Science, 29(5), 429-444.
7. Delbecque, N., Van Ranst, E., Dondeyne, S., Mouazen, A. M., Vermeir, P., & Verdoodt, A. (2022). Geochemical fingerprinting and magnetic susceptibility to unravel the heterogeneous composition of urban soils. Science of the Total Environment, 847, 157502.

8. Devanesan, E., Chandrasekaran, A., Sivakumar, S., Freny Joy, K. M., Najam, L. A., & Ravisankar, R. (2020). Magnetic susceptibility as proxy for heavy metal pollution detection in sediment. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science*, 44, 875-888.
9. Fisher R.A., Frank Y. (1948). *Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research*, 6th ed., published by Longman Group, Ltd., London
10. Ghobadi, F., Khoramnejadian, S., & Alipour, S. (2024). Correlation of soil magnetic susceptibility with heavy metals and physico-chemical profile. *Journal of Environmental Engineering and Science*, 19(4), 255-261.
11. Horoshkova, L., Studinska, G., Mamchur, V., Menaker, A., & Menshov, O. (2024). Assessment of the impact of the Russian-Ukrainian war on the agrarian potential in Kherson region. *Ekonomika APK*, 31 (6), 10–26. <https://doi.org/10.32317/ekon. apk/6.2024.10>
12. Kusza, G., Kubowicz, A., Kłostowska, Ż., Łuczak, K., Łęczyński, L., & Hulisz, P. (2023). Environmental effects of potentially toxic elements and the magnetic susceptibility distribution in the surface bottom sediments in the Vistula estuary (Gulf of Gdańsk, Poland). *Journal of Soils and Sediments*, 23(9), 3499-3512.
13. Lascu, I., & Plank, C. (2013). A new dimension to sediment magnetism: Charting the spatial variability of magnetic properties across lake basins. *Global and Planetary Change*, 110, 340-349.
14. Liu, D., Ma, J., Sun, Y., & Li, Y. (2016). Spatial distribution of soil magnetic susceptibility and correlation with heavy metal pollution in Kaifeng City, China. *Catena*, 139, 53-60.
15. Menshov, O., Bakhmutov, V., Hlavatskyi, D., Poliachenko, I., & Bondar, K. (2024). Magnetic Imprint in the Soils as a Consequence of War Impact in Ukraine. In *85th EAGE Annual Conference & Exhibition (including the Workshop Programme) (Vol. 2024, No. 1, pp. 1—5)*. European Association of Geoscientists & Engineers.
16. Menshov, O., Kruglov, O., Vyzhva, S., Horoshkova, L., Pereira, P., Pastushenko, T., & Dindaroglu, T. (2021). Landscape position effects on magnetic properties of soils in the agricultural land Pechenigy, Ukraine. *Earth Systems and Environment*, 5(3), 739—750. <https://doi.org/10.1007/s41748-021-00240-7>
17. Menshov, A. I., & Sukhorada, A. V. (2012). Soil magnetism in Ukraine. *Scientific Bulletin of National Mining University*, (1).
18. Szczepaniak-Wnuk, I., Górka-Kostrubiec, B., Dytłow, S., Szwarczewski, P., Kwapiński, P., & Karasiński, J. (2020). Assessment of heavy metal pollution in Vistula river (Poland) sediments by using magnetic methods. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 24129-24144.

УДК 502/504

АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ ВІЙНИ НА СТАН ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ ДЕСНА

Горошкова Л. А.¹, Меньшов О. І.², Корнійчук Ю. Д.^{2,3}

goroshkova69@gmail.com, menshov@knu.ua, yuliia.korniichuk@student.karazin.ua

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

²Київський національний університет імені Т. Г. Шевченка, м. Київ, Україна

³Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

У статті подано результати екологічної оцінки стану поверхневих вод річки Десна в умовах воєнних дій. Проаналізовано динаміку основних показників якості води - біохімічного споживання кисню (БСК₅), розчиненого кисню, а також вмісту фосфат-, амоній-, нітрит-, нітрат-, сульфат- і хлорид-іонів - за даними багаторічного моніторингу Деснянського басейнового управління водних ресурсів на постах Чернігів, Бровари та Київ. Встановлено, що у 2024 році відбулося погіршення якості води поблизу Чернігова внаслідок транскордонного перенесення забруднених вод із території Російської Федерації, що спричинило зростання органічного навантаження та зниження рівня розчиненого кисню. Нижче за течією (Бровари, Київ) зафіксовано тенденцію до стабілізації показників і часткового самоочищення. Отримані результати підкреслюють потребу у посиленні екологічного моніторингу та створенні системи швидкого реагування на транскордонні водні загрози.

Ключові слова: річка Десна, антропогенний вплив, воєнне забруднення, поверхневі води, БСК₅, розчинений кисень, фосфати, амоній, нітрити, екологічний моніторинг.

The article presents the results of an ecological assessment of the surface water quality of the Desna River under wartime conditions. The dynamics of key indicators-biochemical oxygen demand (BOD₅), dissolved oxygen, and concentrations of phosphate, ammonium, nitrite, nitrate, sulfate, and chloride ions-were analyzed based on long-term monitoring data from the Desna Basin Water Resources Administration at the observation sites in Chernihiv, Brovary, and Kyiv. In 2024, a deterioration in water quality was recorded near Chernihiv due to the transboundary inflow of polluted waters from the Russian Federation, leading to increased organic load and decreased dissolved oxygen levels. Downstream sections (Brovary and Kyiv) demonstrated stabilization and signs of self-purification. The findings emphasize the need to enhance environmental monitoring and develop rapid-response systems for transboundary water threats.

Keywords: Desna River, anthropogenic impact, wartime pollution, surface waters, BOD₅,

dissolved oxygen, phosphates, ammonium, nitrites, environmental monitoring.

Річка Десна - одна з найважливіших водних артерій Лівобережної України, що формує водний баланс Дніпровського басейну та забезпечує водними ресурсами значну частину населення. В умовах воєнних дій її басейн зазнає безпрецедентного антропогенного навантаження, яке проявляється у зміні хімічного складу води, порушенні гідрологічного режиму та зростанні концентрації органічних і неорганічних забруднювачів. Потрапляння вибухових речовин, нафтопродуктів, важких металів і побутових стоків спричинює деградацію природних процесів самоочищення водних екосистем [1-3].

Метою дослідження є комплексна екологічна оцінка стану поверхневих вод річки Десна з метою визначення основних антропогенних факторів впливу, зокрема наслідків війни. Для цього застосовано методи системного аналізу, статистичної обробки гідрохімічних даних, вивчення динаміки у ретроспективі та прогнозування тенденцій. Джерелом інформації стали результати спостережень Лабораторії моніторингу вод Деснянського басейнового управління водних ресурсів для трьох постів: Чернігів (200 км від гирла), Бровари (20 км) та Київ (3 км) [2,4].

Дослідження проводилися за показниками: біохімічне споживання кисню за 5 діб (БСК₅), вміст розчиненого кисню, фосфат-, амоній-, нітрит-, нітрат-, сульфат- та хлорид-іони. Вказані параметри є ключовими для оцінки органічного, біогенного та мінерального навантаження на поверхневі води [4-6].

Результати показали, що у 2024 році найбільшого забруднення зазнала ділянка річки біля м. Чернігів. Тут спостерігалось зростання БСК₅ до понад 3 мгО₂/дм³ (вище ГДК) при одночасному зниженні розчиненого кисню нижче 4 мгО₂/дм³. Це свідчить про активізацію розкладання органічних речовин унаслідок потрапляння забруднень після 26 серпня 2024 року, коли з території Курської області РФ через річку Сейм у Десну потрапили токсичні водні маси.

Подальший аналіз гідрохімічних показників довів, що основними забруднювачами у цей період були фосфат- і амоній-іони, а також нітрити,

концентрації яких у вересні 2024 року перевищили ГДК у 2–2,5 рази. Це зумовило підвищення органічного навантаження та зниження кисню. Наприкінці вересня концентрації знизилися, що свідчить про часткове самоочищення водної системи [2,4,5].

Для постів Бровари (20 км) і Київ (3 км) вплив забруднення був незначним. Показники БСК₅ і розчиненого кисню залишались у межах норми, концентрації хлоридів і сульфатів - стабільними, що свідчить про локальний характер воєнного впливу. Водночас у зоні Броварів рівень амоній-іонів у 2023-2024 роках неодноразово перевищував ГДК, що вказує на наявність сталих джерел антропогенного навантаження - сільськогосподарських стоків та побутових вод [5-6].

Гідрохімічний режим Десни формується поєднанням природних сезонних процесів (водопілля, температурні коливання, біологічна активність) і антропогенних чинників. У літній період активізується розкладання органічних речовин і споживання кисню, що підвищує БСК₅, а восени відбувається стабілізація показників. У 2024 році ці закономірності були порушені воєнним забрудненням, яке спричинило короткочасну деградацію якості води [1,3,5].

Порівняльний аналіз мінерального складу показав, що концентрації сульфатів традиційно вищі за хлориди, однак у 2024 році істотних змін не відбулося. Це свідчить, що вплив з боку РФ мав переважно органічно-біогенний характер, а не мінералізаційний. Основна зміна спостерігалась у рівнях амонію, фосфатів і нітритів, які є ключовими маркерами евтрофікації [4,5].

Для поста Київ (3 км) у 2024–2025 роках зафіксовано сезонні коливання БСК₅ і кисню, характерні для природного режиму, без аномалій, пов'язаних із воєнними подіями. Це підтверджує локальність впливу забруднення та ефективність природного самоочищення водних мас [3,5,9].

Отже, встановлено просторовий градієнт антропогенного навантаження: максимальний - у Чернігові, помірний - у Броварах, мінімальний - у Києві. Зниження концентрацій забруднювачів униз за течією пояснюється фізико-хімічними процесами розбавлення й самоочищення [2,4,6].

У контексті екологічної безпеки отримані результати підтверджують, що навіть короточасне надходження органічних та біогенних сполук під час війни може викликати суттєве погіршення якості води. Водночас збереження здатності Десни до самоочищення дає підстави для розробки адаптивних природоохоронних стратегій і посилення транскордонного моніторингу.

Список використаної літератури

1. Khrystyuk B., Gorbachova L., Koshkina O. (2017). *The impact of climatic conditions of spring flood formation on hydrograph shape of the Desna River*. Meteorology Hydrology and Water Management, 5(1), 63–70. DOI: 10.26491/mhwm/67914.
2. Поверхневі водні ресурси. (б/д). *Деснянське басейнове управління водних ресурсів*. URL: <https://desna-buvr.gov.ua/diialnist/upravlinnya-vodnymy-resursamy/poverhnevi-vodni-resursy/>
3. Шакірзанова Ж.Р., Перевозчиков І.М., Шевченко О.П. (2023). *Застосування методу територіальних довгострокових прогнозів для визначення максимальних витрат води в умовах формування весняного водопілля 2022–2023 року в басейні р. Десна*. Український гідрометеорологічний журнал, 31, 5–21.
4. Лузовіцька Ю.А., Осадча Н.М., Артеменко В.А. (2016). *Визначення чинників формування біогенного складу річки Десни за допомогою інтегральних кривих*. Наукові праці УкрНДГМІ, (269), 86–93.
5. Коваленко С.А. (2024). *Математична модель прогнозування зміни екологічного стану поверхневих водних об'єктів з урахуванням впливу вищерозташованих притоків*. Техногенно-екологічна безпека, 2(2024). DOI: 10.52363/2522-1892.2024.2.7.
6. Коваленко С.А., Пономаренко Р.В., Третьяков О.В., Іванов Є.В. (2023). *Аналіз методик визначення індексу якості води для прогнозування стану водних об'єктів*. Техногенно-екологічна безпека, 13(1/2023), 68–74.

УДК 502.131.1:338.48(477)

СОЦІАЛЬНО-ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ТУРИЗМУ В ГРОМАДАХ З ВИСОКОЮ ПРИРОДНОЮ ЦІННІСТЮ (НА ПРИКЛАДІ УКРАЇНИ)

Жук Ю. І., Лемега Н. М.

yuriy.zhuk@lnu.edu.ua, nadiia.lemega@lnu.edu.ua

Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

У статті проаналізовано соціально-екологічні аспекти розвитку туризму в громадах України з високою природною цінністю. Визначено ключові переваги для місцевого населення та основні екологічні ризики, зумовлені зростанням антропогенного навантаження. Обґрунтовано необхідність збалансованих управлінських рішень, що поєднують економічні вигоди з охороною природних ресурсів.

Ключові слова: *сталий туризм; громади; екологічний вплив; природно-заповідний фонд; локальний розвиток*

The article analyzes the socio-ecological aspects of tourism development in high-nature-value communities in Ukraine. It identifies key benefits for local residents as well as major environmental risks associated with increasing anthropogenic pressure. The study highlights the need for balanced management decisions that integrate economic gains with effective conservation of natural resources.

Keywords: *sustainable tourism; communities; environmental impact; protected areas; local development*

Розвиток туризму на територіях із високою природною цінністю розглядається як один із ключових механізмів активізації місцевих економік та підвищення якості життя населення. В Україні такі території представлені переважно гірськими й передгірськими регіонами Карпат, прибережними зонами, національними природними парками. Водночас інтенсифікація туристичних потоків створює зростаючий тиск на екосистеми, що загрожує втратою тих самих природних характеристик, які стають основою туристичної привабливості. Соціально-екологічний аналіз таких процесів є необхідною умовою ухвалення ефективних рішень щодо управління розвитком туризму на

рівні місцевих громад.

Соціальний ефект туризму здебільшого проявляється через створення додаткових робочих місць, зростання доходів домогосподарств, формування малого та середнього бізнесу в сфері гостинності, транспортних послуг, локального виробництва. Для багатьох прикордонних та гірських громад туризм стає чи не єдиною альтернативою трудовій міграції. Підвищення платоспроможності населення здатне стимулювати розвиток соціальної інфраструктури: доріг, зв'язку, медичних і освітніх закладів [1].

Разом з тим економічні вигоди, задекларовані у багатьох стратегіях розвитку, часто концентруються в обмеженому колі суб'єктів туристичного бізнесу. Невеликі громади нерідко отримують меншу частку доходів порівняно з великими девелоперами та зовнішніми інвесторами. Проблема «витоку капіталу» призводить до ситуації, коли приріст туризму не конвертується в реальні соціальні зміни. Ускладнює ситуацію й сезонність зайнятості, яка залишається типовою для курортних територій України.

Екологічні виклики зумовлені, насамперед, збільшенням антропогенного навантаження на екосистеми. У Карпатах простежується фрагментація лісів у результаті розбудови туристичної інфраструктури, розширення мережі доріг і витягів. Підвищене рекреаційне навантаження призводить до деградації ґрунтів, ерозійних процесів і зниження рослинного покриву на схилах. Водні ресурси зазнають подвійного тиску: зростає споживання води та забруднення стічними водами, що часто перевищують проєктні можливості очисних споруд. У курортних громадах поширеною є проблема несанкціонованих звалищ, оскільки система поводження з відходами нерідко відстає від реального обсягу туристичних потоків. Складність управління такими територіями посилюється тим, що громади мають прагнення максимізувати економічний ефект у короткостроковій перспективі, тоді як екологічні наслідки проявляються із запізненням.

Участь місцевого населення у плануванні туристичного розвитку відіграє вирішальну роль. Громади мають бути не лише споживачами політики, створеної

зовнішніми суб'єктами, а повноцінними учасниками ухвалення рішень щодо використання природних ресурсів. Світовий досвід застосування підходів community-based tourism підтверджує, що залучення громад до управління забезпечує більш справедливий розподіл вигод, підвищує екологічну відповідальність і зменшує ризики конфліктів [2].

У контексті національних пріоритетів важливо, що туризм у громадах із високою природною цінністю здатний сприяти реалізації цілей кліматичної та природоохоронної політики держави. Йдеться про розвиток екотуризму, сертифікацію екологічно відповідних готельних і транспортних рішень.

Туризм може і повинен стати інструментом сталого розвитку українських громад у регіонах з високою природною цінністю. Раціональна туристична політика має базуватися не на максимізації кількості відвідувачів, а на збереженні природного капіталу та покращенні добробуту місцевих мешканців як ключовому критерію успішності.

Список використаних джерел

1. Паньків, Н. Є. (2020). Соціально-екологічний підхід до розроблення стратегії сталого розвитку туризму територіальних громад. Scientific Bulletin of UNFU, 30(3), 71-76. <https://doi.org/10.36930/40300312>
2. Пати́ка, Н. І., Гловацький, Д. В., & Васи́ленко, В. А. (2024). Соціально-економічний вплив екотуризму на регіональний розвиток: висвітлення позитивних і негативних аспектів. Академічні візії, (32). вилучено із <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/1228>

УДК 504.3.054(417):502.131.1

**МОНІТОРИНГ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ
РАЦІОНАЛЬНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ В
РЕКРЕАЦІЙНИХ ЗОНАХ**

Карбань А.В.¹, Некос А.Н.¹, Безсонний В.Л.^{1,2}

bezsonny@gmail.com

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

²*Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця,
м. Харків, Україна*

В результаті дослідження екологічного стану м. Кілларні (Ірландія) виявлено, що основною загрозою для природоохоронної території є забруднення дрібнодисперсними частками PM_{2.5}, середній рівень яких (26,29 мкг/м³) перевищує нормативи ВООЗ та ЄС. Натомість концентрації PM₁₀ залишаються на безпечному рівні, що дозволяє раціонально сфокусувати природоохоронні зусилля. Аналіз часової динаміки встановив, що забруднення має чіткий сезонний характер з піком взимку, ідентифікувавши побутове спалювання твердого палива як головне джерело проблеми.

Ключові слова: *раціональне природокористування, моніторинг повітря, PM_{2.5}, рекреаційні зони, опалення, охорона природи.*

The research on the environmental state of Killarney (Ireland) revealed that the main threat to the protected area is pollution by fine particulate matter PM_{2.5}, with average levels (26.29 µg/m³) exceeding WHO and EU standards. In contrast, PM₁₀ concentrations remain at a safe level, allowing for a rational focus of nature protection efforts. Analysis of temporal dynamics established that the pollution has a clear seasonal pattern with a peak in winter, identifying domestic solid fuel combustion as the main source of the problem.

Keywords: *rational nature management, air monitoring, PM_{2.5}, recreational areas, heating, nature protection.*

Сучасні проблеми раціонального природокористування та охорони природи дедалі частіше виходять за межі традиційного фокусу на великих промислових центрах, охоплюючи території з високим рекреаційним навантаженням. Малі туристичні міста, розташовані поблизу природоохоронних об'єктів, становлять

унікальний виклик для екологічного менеджменту. Попри відсутність великої промисловості, поєднання факторів транспортного тиску, сезонного опалення та інтенсивного туризму створює значне антропогенне навантаження, ключовим індикатором якого є якість атмосферного повітря [1]. Забруднення дрібнодисперсними зваженими частками PM_{2.5} та PM₁₀ є однією з найсерйозніших загроз не лише для здоров'я населення та туристів, але й для чутливих екосистем прилеглих територій. Ефективна охорона природи в таких умовах неможлива без науково обґрунтованої системи моніторингу та аналізу, яка дозволяє ідентифікувати реальні джерела забруднення та розробляти цільові, раціональні управлінські рішення [2].

У дослідженні застосовано інструменти екологічного моніторингу для завдань раціонального природокористування на прикладі міста Кілларні (Ірландія) – одного з основних туристичних центрів країни, що безпосередньо межує з однойменним національним парком. Основою для аналізу стали багаторічні дані (липень 2022 – серпень 2025 рр.) добових концентрацій PM_{2.5} та PM₁₀, отримані з автоматичної станції моніторингу Station 107, що є частиною національної системи моніторингу Ірландії.

Результати дослідження виявили головну проблему екологічної безпеки міста, яка залишалася прихованою за загальним іміджем «зеленого» регіону. Встановлено, що основним фактором ризику є забруднення повітря саме дрібнодисперсними частками PM_{2.5}, середній рівень яких за період спостережень становив 26,29 мкг/м³. Це значення суттєво перевищує як сувору середньорічну норму ВООЗ (5 мкг/м³), так і цільовий показник ЄС (25 мкг/м³). Водночас концентрації грубодисперсних часток PM₁₀ залишалися на стабільно низькому рівні (в середньому 9,94 мкг/м³) і жодного разу не перевищили встановлених добових нормативів. Це свідчить про те, що природоохоронні заходи, спрямовані, наприклад, на боротьбу з дорожнім пилом чи будівельними роботами, були б нераціональними, оскільки не вирішували б головної проблеми.

Було виявлено чітко виражену сезонну закономірність: найвищі

концентрації PM_{2.5} систематично фіксувалися взимку (в середньому 32,9 мкг/м³), що на 40-45% більше, ніж влітку. Пікові значення припадали на січень, коли середньомісячний рівень PM_{2.5} сягав 44 мкг/м³. Така динаміка прямо вказує на те, що головним джерелом забруднення є побутове опалення з використанням твердого палива (деревини, торфу, вугілля), яке активно використовується населенням у холодний період року. Цей висновок підтверджується і тижневою динамікою: рівні PM_{2.5} були дещо вищими у вихідні дні, коли люди більше часу проводять вдома та інтенсивніше опалюють житло.

Дослідження спростовує уявлення про безумовну екологічну чистоту рекреаційних зон та доводить, що локальні побутові джерела можуть створювати рівень забруднення, співставний з промисловими містами.

Список використаних джерел

1. World Health Organization. Health effects of particulate matter: policy implications for countries in eastern Europe, Caucasus and central Asia. WHO Regional Office for Europe, 2013. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/107572/e96722.pdf>
2. Pope, C.A., Dockery, D.W. Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. J. Air Waste Manag. Assoc., 2006, 56(6), 709–742. DOI: 10.1080/10473289.2006.10464485

УДК 551.435.6:504.5:711.14(477.54)

ЗСУВНА НЕБЕЗПЕКА ТА ПРИРОДООРІЄНТОВАНІ ЗАХОДИ СТАБІЛІЗАЦІЇ СХИЛІВ У БАЛАКЛІЙСЬКІЙ ГРОМАДІ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Карпов В.Г.

karpov@karazin.ua

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

У статті представлено результати просторового аналізу зсувної небезпеки на території Балаклійської територіальної громади Харківської області. З використанням відкритих геопросторових даних проведено аналіз потенційно небезпечних ділянок. Запропоновано природоорієнтовані заходи стабілізації схилів, які можуть бути інтегровані у просторові плани розвитку громади та сприяють впровадженню природоорієнтованих рішень (Nature-based Solutions, NBS) до регіонального планування.

Ключові слова: зсуви, геоморфологічний аналіз, Балаклійська громада, природоорієнтовані рішення, просторове планування.

The article presents the results of a spatial analysis of landslide hazard within the territory of the Balakliia territorial community, Kharkiv region. Using open-access geospatial data, an analysis of potentially hazardous areas was developed. taking into account morphometric, geological, climatic, and anthropogenic factors. Nature-based slope stabilization measures are proposed that can be integrated into community spatial development plans and contribute to the implementation of Nature-based Solutions (NBS) in regional planning.

Keywords: landslides, geomorphological analysis, Balakliia community, nature-based solutions, spatial planning.

Зсувні процеси є однією з найнебезпечніших форм геоморфодинамічної активності на схилах, особливо у межах розчленованого рельєфу лівобережжя Сіверського Дінця. Харківська область, зокрема Балаклійська громада, характеризується складною геоморфологічною будовою, поєднанням лесових порід, крутих схилів долин і сезонною нестабільністю водного режиму, що створює сприятливі умови для зсувоутворення.

Після 2022 року активізація господарської діяльності, воєнні порушення поверхневого шару ґрунтів, знищення лісосмуг і підвищення інтенсивності опадів додатково збільшують ризик розвитку зсувів. Водночас інтеграція геоекологічних ризиків до просторового планування громад залишається недостатньо реалізованою.

Метою дослідження є оцінка зсувної небезпеки Балаклійської громади на основі відкритих геопросторових даних та визначення природоорієнтованих заходів стабілізації схилів для врахування у просторових планах громади.

Рельєф території Балаклійської громади переважно хвилястий, з висотами 100–160 м. Найбільші ухили ($>12^\circ$) спостерігаються на правобережжі річки Сіверський Донець і в долині річки Балаклійки. Породи представлені лесами та піщаними відкладами, які характеризуються низькою зсувостійкістю.

Згідно з результатами морфометричного аналізу, понад 18 % території громади має потенційну зсувну активність середнього та високого рівня, в т.ч. близько 6 % високого ризику (ухили $>15^\circ$), схили та уступи терас порізані ярами.

Просторовий аналіз зсувної небезпеки свідчить, що найризикованіші ділянки розташовані: в долині р. Сіверський Донець (села Вербівка, Андріївка, Борщівка); на схилах балок у південно-західній частині громади; поблизу порушених кар'єрів та ґрунтових доріг. Порівняння з даними ДСНС підтвердило збіг активних зсувів у 73 % випадків із моделлю високої небезпеки.

Найважливішими факторами активізації зсувів є інтенсивні літні опади (>80 мм у місяць у червні–липні); руйнування лісових насаджень на схилах; нераціональне землекористування (розорювання схилів понад 7°); відсутність поверхневого водовідведення вздовж доріг та ярів.

На основі принципів Nature-based Solutions (NBS) запропоновано низку екологічних та інженерно-екологічних заходів, зокрема наступні.

- Відновлення природної рослинності на схилах створення лісо- та чагарникових смуг із глибококореновими видами (акація, клен татарський, гледичія).

- Розширення прибережно-захисних смуг річок, а саме 25–50 м у залежності від ухилу; підвищує стабільність схилів.
- Біоінженерні укріплення ярів, в т.ч. комбінування фашин, живих кілків, дернового покриття; мінімізація ерозії.
- Впровадження контурного землеробства, в т.ч. заборона оранки вздовж ліній максимального ухилу, організація водозатримувальних валів.
- Локальні системи збору поверхневих вод, в т.ч. дренажні канами та штучні водойми у верхів'ях балок.
- Екоінформаційна інтеграція, в т.ч. включення аналізу ризику у просторовий план громади, щоб уникати розміщення житлових чи промислових об'єктів у небезпечних зонах.

Ці заходи відповідають європейським практикам інтегрованого управління ризиками (EEA, 2022) та Цілям сталого розвитку ООН (ЦСР 11, 13, 15) [1].

На території Балаклійської громади виявлено понад 18 % площ із середньою або високою потенційною зсувною небезпекою, особливо у межах долини Сіверського Дінця [2]. Найвагомішими факторами є ухили, опади, тип ґрунтів та характер землекористування. Було зроблено приклад АНР-калібрування для Балаклійської громади, які відбивають поширену ієрархію важливості (ухил найвагоміший), але мають уточнюватися під локальні дані інвентаризації зсувів.

Запропоновані природоорієнтовані заходи (лісосмуги, біоінженерні укріплення, дренажні системи, контурне землеробство) є екологічно доцільними та економічно ефективними. Отриманий аналіз може бути інтегрований до комплексного плану просторового розвитку громади як інструмент управління.

Список використаних джерел

1. European Environment Agency (EEA). Landslide susceptibility – data and maps // EEA — Data & maps. URL: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/external/landslide-susceptibility> (дата звернення: 24.10.2025)
2. Стрижельчик Г. Г., Соколов В. А., Люта Н. Г. «Екологічна безпека та природокористування», № 2 (38), 2021. URL: <https://es-journal.in.ua/article/view/236714/235255> (дата звернення: 24.10.2025).

УДК 004.8:528.9:631.4/5

**КЛАСИФІКАЦІЯ ЗЕМНОГО ПОКРИВУ МЕТОДАМИ
МАШИННОГО НАВЧАННЯ В ГІС СЕРЕДОВИЩІ
(НА ПРИКЛАДІ ІНДУСТРІАЛЬНОГО РАЙОНУ М.ХАРКОВА)**

Клєщ А. А., Кашкабаш Д.Є.

klieshch@karazin.ua, kashkabash2021.9512129@student.karazin.ua

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

Дослідження демонструє ефективність класифікації земного покриву для Індустріального району м. Харкова із застосуванням методу машинного навчання Support Vector Machine (SVM) у середовищі ArcGIS Pro. На основі супутникового знімку Sentinel-2A було автоматично виділено п'ять основних класів покриву. Розподіл площ між виділеними класами виглядає наступним чином: трав'яна рослинність (2024 га), деревна рослинність (1129 га), забудова (998 га), відкритий ґрунт (369 га) та водні об'єкти (7 га). Високу точність результату підтверджує коефіцієнт Каппа, що становить 0,84. Таким чином, метод SVM довів свою ефективність для отримання точних даних про земний покрив, необхідних для планування та екологічного моніторингу міст.

Ключові слова: *захист довкілля, воєнний стан, оцінювання шкоди.*

This study demonstrates the effectiveness of land cover classification using the Support Vector Machine (SVM) method for the Industrial District of Kharkiv. The research was conducted in the ArcGIS Pro environment utilizing a Sentinel-2A satellite image, which enabled automatic identification of five primary land cover classes. The area distribution among the identified classes is as follows: herbaceous vegetation (2024 ha), tree vegetation (1129 ha), built-up areas (998 ha), bare soil (369 ha), and water bodies (7 ha). The high accuracy of the classification results is confirmed by a Kappa coefficient of 0.84. Thus, the SVM method proves effective for obtaining accurate land cover data essential for urban planning and environmental monitoring.

Keywords: *land cover classification, machine learning, SVM, Sentinel-2, urban planning, environmental monitoring.*

Ефективне управління довкіллям міських територій вимагає актуальних даних про земний покрив. На відміну від класичних методів класифікації даних ДЗЗ, які часто обмежені у роботі зі складними спектральними образами, сучасні

методи машинного навчання в середовищі ГІС дозволяють автоматизувати цей процес, забезпечуючи високу точність даних шляхом виявлення складних просторово-спектральних шаблонів [1]. Метою цієї роботи була апробація методу опорних векторів (SVM) — одного з ефективних алгоритмів контрольованого навчання — для класифікації земного покриття Індустріального району м. Харкова.

Для класифікації використано атмосферно скоригований супутниковий знімок Sentinel-2A (L2A) за 9 липня 2024 р. У програмному середовищі ArcGIS Pro було проведено керовану піксельну класифікацію за допомогою алгоритму Support Vector Machine (SVM). На основі візуальної інтерпретації створено навчальні зразки для п'яти класів земного покриття: деревна рослинність, трав'яна рослинність, забудова/штучні поверхні, відкритий ґрунт та водні об'єкти.

Одержані результати класифікації (рис.1) дозволили визначити площі та частку кожного класу, дані про які узагальнено в табл. 1.



Рис. 1. Типи земного покриття Індустріального району м. Харкова

**Результати класифікації земного покриття Індустріального району
м. Харкова методом SVM (за даними Sentinel-2A на 09.07.2024)**

№	Тип земного покриття	Кількість пікселів	Площа, га	Частка від загальної площі району, %
1	Деревна рослинність	112146,00	1128,78	24,94
2	Трав'яна рослинність	201093,00	2024,06	44,71
3	Відкритий ґрунт	36663,00	369,02	8,15
4	Забудова/штучні поверхні	99137,00	997,84	22,04
5	Водні об'єкти	711,00	7,16	0,16
	Разом	449750,00	4526,86	100,00

Результати класифікації дозволили встановити площі та частки основних типів земного покриття, розподіл яких характеризується наступним співвідношенням: беззаперечним домінантом виступає трав'яна рослинність (2024 га, 44,7%). Разом із ділянками деревної рослинності (1129 га, 24,9%) та забудованими територіями (998 га, 22,0%) ці три класи формують основну площу району. Частка відкритого ґрунту становить 8,1% (369 га), тоді як водні об'єкти займають лише 0,2% (7 га) від загальної площі.

Для перевірки надійності отриманих результатів було проведено оцінку точності класифікації. Валідація здійснювалася шляхом побудови матриці помилок (перехресної таблиці) на основі 159 випадкових контрольних точок. Для кожної точки шляхом візуальної інтерпретації вихідного супутникового знімка було визначено еталонний клас земного покриття (Ground Truth), який зіставлено з результатом автоматичної класифікації.

Детальні результати оцінки точності за типами земного покриття представлено у Табл. 2, в якій для зручності інтерпретації використано такі позначення груп пікселів класів: С_1 – деревна рослинність, С_2 – трав'яна рослинність, С_3 – відкриті ґрунти, С_4 – забудова/штучні поверхні, С_5 – водні об'єкти, Total - кількість зразків сигнатур у навчальній базі даних класифікації.

Матриця помилок класифікації земного покриття Індустріального району м. Харкова

OBJECTID	ClassValue	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	Total	U_Accuracy	Катта
1	C_1	32	2	0	0	0	34	0,941176	0
2	C_2	5	57	1	4	0	67	0,850746	0
3	C_3	0	0	17	3	0	20	0,85	0
4	C_4	2	0	2	24	0	28	0,857143	0
5	C_5	0	0	0	0	10	10	1	0
6	Total	39	59	20	31	10	159	0	0
7	P_Accuracy	0,820513	0,966102	0,85	0,774194	1	0	0,880503	0
8	Катта	0	0	0	0	0	0	0	0,837877

Інтегральну оцінку достовірності класифікації здійснено шляхом розрахунку коефіцієнта Катта (Карра), який служить мірою узгодженості між автоматично розпізнаними та еталонними даними. Отримане значення коефіцієнта становить 0,84. Згідно з семантичною шкалою Ландіса та Коха [2], це відповідає рівню "майже ідеальної" узгодженості між класифікованими та еталонними даними.

Таким чином, апробована методика на основі алгоритму SVM продемонструвала свою ефективність для точного та швидкого картографування земного покриття урбанізованих територій. Висока точність результатів (Катта = 0.84) та чіткість отриманої структури покриття роблять цей підхід цінним інструментом для підтримки екологічного менеджменту та сталого міського розвитку.

Список використаних джерел

1. Царинюк О. В. Застосування методів машинного навчання для класифікації супутникових зображень: огляд літератури та ключових фреймворків. *Наукові записки НаУКМА. Комп'ютерні науки*. 2023. Т. 6. С. 36-40. DOI: <https://doi.org/10.18523/2617-3808.2023.6.36-40>
2. Landis J. R., Koch G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977. Vol. 33. P. 159-174.

УДК 551.58

ДИНАМІКА КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН ПОЛІССЯ (ЗА ДАНИМИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЖИТОМИРСЬКОЇ МЕТЕОСТАНЦІЇ).

Коваль І. М.^{1,2}, Волченко А. К.²

Koval_Iryna@ukr.net, anna.volchenko@student.karazin.ua

¹Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, м. Харків, Україна

²Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

У роботі проаналізовано динаміку основних кліматичних показників Полісся за період 1975–2024 рр. за даними метеостанції м. Житомир. Методами статистичного аналізу встановлено достовірне потепління у 2000–2024 рр. порівняно з 1975–1998 рр. У другому періоді середньорічна температура зросла на 1,88 °С (21%), максимальна – на 1,99 °С (15%), мінімальна – на 1,76 °С (37%). Відбулося зменшення річної суми опадів на 6% та зниження відносної вологості повітря на 5%. Отримані результати свідчать про чітку тенденцію до потепління та збільшення аридності клімату в регіоні, що становить загрозу для стабільності екосистем Полісся.

Ключові слова: зміна клімату, Полісся, Житомирська метеостанція, середньорічна температура, опади, аридність.

The dynamics of the main climatic indicators of Polissya for the period 1975–2024 according to the weather station of Zhytomyr was analyzed. Statistical analysis methods established a significant warming in 2000–2024 compared to 1975–1998: in the second period, the average annual temperature increased by 1.88 °C (21%), the maximum – by 1.99 °C (15%), the minimum – by 1.76 °C (37%). There was a decrease in the annual amount of precipitation by 6% and a decrease in relative humidity by 5%. The results obtained indicate a clear trend towards warming and increasing aridity of the climate in the region, which poses a threat to the stability of the ecosystems of Polissya.

Keywords: climate change, Polissya, Zhytomyr weather station, average annual temperature, precipitation, aridity.

Актуальність дослідження зумовлена глобальними кліматичними змінами, що становлять загрозу для екосистем, біорізноманіття та агровиробництва. Полісся потребує оцінки інтенсивності цих змін на регіональному рівні [1]. Метою роботи було виявити та кількісно оцінити тенденції змін основних кліматичних параметрів (температура повітря, опади, вологість) у м. Житомир за період 1975–2024 рр.

Дослідження ґрунтується на даних метеорологічних спостережень

Житомирської метеостанції. Для аналізу використано два 25-річні періоди: 1975–1999 та 2000–2024 рр. Обробку даних проведено з використанням методів описової статистики (середнє значення, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації). Статистична значущість різниць між періодами оцінена за допомогою t-критерію Стюдента (рівень значущості $p \leq 0,001$).

Проведений аналіз виявив статистично значущі зміни всіх досліджуваних параметрів:

1. Температурний режим: зафіксовано різке потепління. Середньорічна температура достовірно зросла з 7,17 °С до 9,05 °С (на 1,88 °С, або 21%). Максимальна температура збільшилася на 1,99 °С (15%), а мінімальна – на 1,76 °С (37%). Зниження коефіцієнтів варіації для температур свідчить про зменшення річної мінливості та стабілізацію більш теплих умов.

2. Вологозабезпеченість: спостерігається тенденція до аридизації клімату. Річна сума опадів зменшилася з 650,98 мм до 609,00 мм (-6%), а середньорічна відносна вологість повітря – з 77,24% до 73,44% (-5%). Комплексне підвищення температур на тлі зниження опадів та вологості однозначно вказує на посилення аридності клімату в регіоні Житомирщини (табл.1).

Таблиця 1.

Описова статистика кліматичних чинників за даними Житомирської метеостанції

Статистичні показники	1975-1999 рр.	2000-2024 рр.
Середньорічна температура, °С		
Середнє, °С /помилка	7,17±0,21	9,05±0,19
Стандартне відхилення	1,05	0,93
Мінімум	5,32	7,49
Максимум	9,32	10,88
Коефіцієнт варіації	9,32	10,26
Максимальна температура, °С		
Середнє, °С /помилка	11,43±0,23	13,43±0,20
Стандартне відхилення	1,13	1,00
Мінімум	9,49	11,92
Максимум	13,67	15,32
Коефіцієнт варіації	9,92	7,46
Мінімальна температура, °С		
Середнє, °С /помилка	2,92±0,19	4,68±0,18
Стандартне відхилення	1,00	0,89
Мінімум	0,69	2,92

XXI Всеукраїнські наукові Таліївські читання

Максимум	4,82	6,32
Коефіцієнт варіації	34,32	19,05
Річна сума опадів, мм		
Середнє, мм /помилка	650,98±28,93	609,00±20,16
Стандартне відхилення	144,68	100,81
Мінімум	444,22	457,7
Максимум	934,23	825,08
Коефіцієнт варіації	28	25
Відносна вологість, %		
Середнє, % /помилка	77,24±0,37	73,44±0,48
Стандартне відхилення	1,86	2,39
Мінімум	74,61	68,48
Максимум	81,46	77,292,40
Коефіцієнт варіації	2,40	3,25

На підставі аналізу даних за 50-річний період (1975–2024 рр.) та їх порівнянні за 1975-1999 рр. та 2000-2025 рр. встановлено:

1. Клімат Полісся (на прикладі м. Житомир) зазнав значного потепління, що підтверджується достовірним зростанням середньорічних, максимальних та мінімальних температур на 15-37%.

2. Супутньою тенденцією є зниження вологозабезпеченості, що проявляється у зменшенні річних сум опадів на 6% та відносної вологості повітря на 5%.

3. Сукупність виявлених змін свідчить про чіткий тренд до потепління та збільшення аридності клімату на Житомирщині, що може мати серйозні наслідки для лісових екосистем Полісся та потребує подальших досліджень щодо їх адаптації.

Список використаних джерел

1. Коваль, І., Максименко, Н., & Свириденко, А. (2025). Регіональні особливості зміни клімату в Рівненській та Полтавській областях. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія*, 2025. № 58(1). С. 26–36. <https://doi.org/10.25128/2519-4577.25.1.3>

УДК 630*[43+561.24]

ПОРІВНЯННЯ ПІСЛЯПІРОГЕННОГО РОЗВИТКУ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ В ПОЛІССІ ТА ЛІСОСТЕПУ

Коваль І.М., Ворон В.П., Сидоренко С.Г., Мельнік Є. Є.

Koval_Iryna@ukr.net, 52corvus@gmail.com, serhii88sido@gmail.com,
wudckij@gmail.com

*Український науково-дослідний інститут лісового господарства та
агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, м. Харків, Україна*

Виявлено різницю у післяпірогенній динаміці радіального приросту сосни у лісовій та лісостеповій зонах. У Лісостепу насадження демонструють швидшу адаптацію: вже через два роки після низової пожежі спостерігається підвищення радіального приросту сосни. На противагу цьому, у Поліссі навіть за однакового рівня пошкодження стовбурів відбувається масове всихання дерев та стійке пригнічення приросту.

Ключові слова: *післяпірогенна динаміка радіального приросту сосни, лісова зона, лісостепова зона, низова пожежа*

A difference in the post-pyrogenic dynamics of radial growth of pine in the forest and forest-steppe zones was revealed. In the forest-steppe, stands demonstrate faster adaptation: an increase in radial growth of pine is observed already two years after a ground fire. In contrast, in Polissya, even with the same level of trunk damage, massive drying of trees and persistent growth inhibition occur.

Keywords: *post-pyrogenic dynamics of pine radial growth, forest zone, forest-steppe zone, ground fire*

Актуальність дослідження наслідків лісових пожеж в Україні зростає через воєнні дії зі сторони російського агресора, поширення екстремальних погодних явищ, зокрема посух, та посилення антропогенного тиску на лісові екосистеми. Хоча наслідки впливу пожеж на деревостани досліджені досить широко, найменш вивченим залишається ранній етап відновлення, який є критично важливим для формування майбутнього складу та продуктивності насаджень. Це особливо стосується сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) – однієї з ключових лісотвірних порід, чия реакція на пірогенний stress може суттєво відрізнятись

залежно від умов зростання. Тому метою нашого дослідження було провести порівняльний аналіз динаміки відновлення радіального приросту сосни звичайної після низових пожеж у різних природно-кліматичних зонах – Поліссі та Лісостепу.

Дослідження ґрунтувалося на комплексному застосуванні лісівничих та дендрохронологічних методів для аналізу річних кілець дерев на постійних пробних площах (ППП), пошкоджених пожежами, та контрольних ділянках.

Ключові результати: Західне Полісся (ДП «Сарненське ЛГ», пожежі 2012-2013 рр.): відбулося стійке зниження приросту, тобто зафіксовано довгострокове зменшення тренду радіального приросту на пошкоджених ділянках, тоді як на контролі спостерігався незначний його ріст. У післяпожежний період радіальний приріст знизився на 25-38% порівняно з допожежним періодом. Найбільше скорочення радіального приросту (38%) виявлено у ширині шару пізньої деревини. Повного відновлення радіального приросту до допожежних показників не відбулося жодної з категорій санітарного стану дерев або класів Крафта. Зменшення приросту корелює з погіршенням санітарного стану: у ослаблених дерев – на 44%, у дуже ослаблених – на 49%, у відмираючих – на 75%. Депресії приросту також спостерігалися в посушливі роки з холодними зимами (2009, 2011, 2013, 2015), що підтверджує чутливість насаджень до стресових факторів [1].

Лівобережний Лісостеп (ДП «Жовтнєве ЛГ», пожежа 2011 р.): спостерігалось тимчасове зниження та подальше прискорення радіального приросту сосни: у рік пожежі (2011) радіальний приріст значно зменшився (на 42% порівняно з контролем). Однак у післяпожежний період (2012-2017) зафіксовано значне його збільшення на пошкоджених ділянках. Механізм компенсації: «світловий ефект» – зрідження деревостану внаслідок відпаду пошкоджених дерев (до 24% у перший рік) призвело до збільшення площі живлення та покращення світлових умов для дерев, що залишилися. Це спричинило перевищення приросту на пошкодженій ділянці над контролем на 29% у середньому за 2012-2017 рр. Відбулася стабілізація приросту: до 2016-

2017 років різниця в прирості між пошкодженими та контрольними деревами зменшилася до 20%, а абсолютні значення стали статистично незначущими, що свідчить про стабілізацію стану насаджень [2].

Виявлено різницю у післяпожежній динаміці двох регіонів. У Лісостепу насадження демонструють швидшу адаптацію: вже через два роки після пожежі спостерігається підвищення радіального приросту сосни. На противагу цьому, у Поліссі навіть за однакового рівня пошкодження стовбурів відбувається масове всихання дерев та стійке пригнічення приросту.

Пояснювальна гіпотеза: ключовою причиною цієї різниці є особливості будови кореневої системи. У Поліссі через високий рівень ґрунтових вод сосна формує поверхневі кореневі лапи, які сильніше ушкоджуються під час пожежі. Це призводить до порушення провідної системи та живлення всього дерева. У Лісостепу кореневі системи залягають глибше і менш вразливі до вогню, що дозволяє деревам, які вижили, швидше відновити фізіологічні функції.

Список використаної літератури

1. Ворон В. П., Коваль І. М., Ткач О. М., Сидоренко С. Г. Зміни радіального приросту в пошкодженому пожежею насадженні в Західному Поліссі. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. № 27(8). С. 56–59.
2. Коваль І. М., Ворон В. П., Сидоренко С. Г., Бологов О. В., Мельнік Є. Є., Ткач О. М., Невмивака М. А., Воронін В. О. Дендрохронологічні аспекти післяпірогенного розвитку соснових насаджень в Поліссі та Лісостепу. *Конференція "XIII Всеукраїнські наукові Таліївські читання"* (19–20 квітня, 2017, м. Харків). Харків, 2017. С. 28–31.

УДК 502.72:796.5(480)

ОЦІНКА РЕКРЕАЦІЙНОЇ ЄМНОСТІ НАЦІОНАЛЬНОГО ПАРКУ ЛЕММЕНЙОКІ (ФІНЛЯНДІЯ)

Кононова К. А., Максименко Н. В.

kononova2021de11@student.karazin.ua, maksymenko@karazin.ua

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

Проведено розрахунок рекреаційної ємності національного парку Лемменйокі в Фінляндії. Встановлено максимально можливе навантаження для території всього парку - 7100 осіб на 5 га, для зони регульованої рекреації - 2100 осіб на 1 га та стаціонарної зони - 1400 осіб на 1 га.

Ключові слова: *природно-заповідний фонд, рекреаційна ємність, зона регульованої рекреації, стаціонарна зона, національний парк.*

The recreational capacity of the Lemmenjoki National Park in Finland has been calculated. The maximum possible load for the entire park area is 7,100 people per 5 hectares, for the regulated recreation area - 2,100 people per 1 hectare, and for the stationary area - 1,400 people per 1 hectare.

Keywords: *nature reserve fund, recreationa lcapacity, regulated recreation area, stationary area, national park.*

Актуальність даної роботи полягає у тому, що в країнах Євросоюзу дуже популярним є екологічний туризм і у той же час, природні ландшафти зберігаються в первозданному вигляді. Європейський Союз підтримує тенденцію до збереження біорізноманіття у своїх країнах-членах. Програма Natura 2000 є одним з головних засобів досягнення поставленої мети. Щоб дослідити які можливості є у природоохоронних територій для задоволення рекреаційних потреб нами вирішено оцінити рекреаційну ємність найбільшого парку в Фінляндії. Найбільшим об'єктом природно-заповідного фонду Фінляндії є національний парк Лемменйокі [2]. Його площа складає 28500 га, а створений він був у 1956 році.

Мета роботи оцінити рекреаційну ємність парку Лемменйокі в Фінляндії.



Рис.1. Ландшафти національного парку Лемменйокі

Рекреаційна ємність - це спроможність рекреаційної території прийняти певну кількість рекреантів без змін для території та забезпечити їх комфортними умовами. Ці умови включають задоволення психофізіологічного комфорту, здійснення культурного та спортивного відпочинку. Для Національного парку Лемменйокі розраховано рекреаційну ємність його території за методикою [1].

Показник рекреаційної ємності (без врахування сезонності), розраховують за формулою:

$$V = N * (S_1 + 0,38 * S_2 + 0,06 * S_3)$$

де V – рекреаційна ємність території, осіб;

N – допустиме рекреаційне навантаження, осіб/га;

S_1, S_2, S_3 – площі ландшафтів масового (S_1), помірного (S_2) та епізодичного (S_3) відвідування, га.

У формулі при розрахунку рекреаційної ємності для диференціації режиму використання території використовують коефіцієнти: при масовій відвідуваності ландшафту – 1; при помірній відвідуваності – 0,38; при епізодичній відвідуваності – 0,06 .

Поняття «рекреаційне навантаження», «рекреаційна місткість» спільно взаємодіють з поняттям "рекреаційної ємності", які разом виступають показниками нормативів для кількості відпочиваючих на територіях природно-заповідного фонду. Але показник рекреаційної місткості, вважають більш точним, бо враховується час перебування відпочиваючих на території в годинах.

Розрахунок рекреаційної ємності в середньому для території національного парку Лемменйоки дав максимально допустиме навантаження – 7100 осіб одночасного перебування в середньому на території парку. У той же час, окремо розрахунок для зони регульованої рекреації – 2100 осіб; для зони стаціонарної рекреації – 1400 осіб.

Список використаних джерел:

- 1.Методичні вказівки до виконання практичних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Рекреаційна географія» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Конструктивна географія, управління водними та мінеральними ресурсами» спеціальності 106 «Географія» денної та заочної форм навчання / Коротун С. І., Яковишина М. С. Рівне: НУВГП, 2021. 17 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/22481/1/05-08-118%D0%9C.pdf>
2. The Evolution of Protected Areas in Finland. URL: <https://www.metsa.fi/en/lands-and-waters/protected-areas/protected-area-history/>

УДК 631.459:631.427.

МОНІТОРИНГ УРОЖАЙНОСТІ С-Г КУЛЬТУР НА ЕРОДОВАНИХ ГРУНТАХ

Кот А. Г.

anna.kot@karazin.ua

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

У статті досліджено вплив ерозійної деградації ґрунтів на елементи продуктивності соняшнику. Метою роботи було встановлення кількісного зв'язку між рівнем ерозії (слабо- та середньоеродовані ґрунти) та зміною ключових показників урожайності, таких як діаметр кошика і маса насіння з однієї рослини. Аналіз показав, що збільшення ступеня ерозії призводить до суттєвого регресу у формуванні продуктивних органів соняшнику. На середньоеродованих ділянках спостерігається значне зниження маси насіння, що прямо впливає на загальну врожайність. Результати підтверджують, що діаметр кошика та маса насіння є чутливими індикаторами деградаційних процесів і підкреслюють необхідність впровадження диференційованих агротехнічних заходів для мінімізації економічних втрат.

Ключові слова: *ерозійна деградація ґрунтів, соняшник, урожайність, елементи продуктивності, моніторинг урожайності, прибутковість.*

The article examines the influence of soil erosional degradation on the elements of sunflower productivity. The aim of the work was to establish a quantitative link between the level of erosion (mildly and moderately eroded soils) and changes in key yield indicators, such as head diameter and seed weight per plant. The analysis showed that an increase in the degree of erosion leads to a significant regression in the formation of sunflower productive organs. A noticeable decrease in seed mass is observed in moderately eroded areas, which directly affects the overall yield. The results confirm that head diameter and seed weight are sensitive indicators of degradation processes and underscore the need to implement differentiated agrotechnical measures to minimize economic losses.

Keywords: *erosional soil degradation, sunflower, yield, productivity elements, yield monitoring, profitability.*

Ерозійна деградація ґрунтів є головним лімітуючим фактором продуктивності агроценозів, що спричиняє просторову неоднорідність

врожайності. Визначення цього впливу є основою для ефективного управління ресурсами, як підтверджують наукові праці з агроекологічного моніторингу [1]. Мета дослідження полягала у визначенні кількісного зв'язку між рівнем еродованості ґрунту (слабоеродований та середньоеродований) та зміною ключових елементів продуктивності соняшнику (діаметр кошика, маса насіння з кошика) для обґрунтування втрат потенційної врожайності. Об'єкти дослідження – зразки кошиків соняшнику, відібрані з двох ділянок із різним ступенем ерозійної деградації ґрунтового покриву.

Урожайність соняшнику залежить від розміру продуктивних органів та маси насіння. Ерозійна деградація ґрунтів впливає на водо- та поживний режим, що призводить до зменшення діаметра кошика та маси насіння [2, 3]. Визначення цих змін дозволяє оцінити потенційні втрати продуктивності рослин та розробити диференційовані агротехнічні заходи.

Спостереження показали суттєву різницю між ділянками із різним ступенем ерозії ґрунту. На слабоеродованих ґрунтах середній діаметр кошика становив 20 см, а маса насіння з одного кошика - 193 г. (рис. 1). На середньоеродованих ґрунтах діаметр кошика зменшувався до 10 см, а маса насіння - до 46 г. (рис. 2).



Рис. 1. Кошик соняшнику на слабоеродованому ґрунті(діаметр та маса насіння)

Наочно спостережувана різниця між ділянками демонструє, що середньоеродовані ділянки характеризуються значно меншими кошиками та зменшеною масою насіння.



Рис. 2. Кошик соняшнику на середньородованому ґрунті (діаметр та маса насіння)

Результати підтверджують, що діаметр кошика та маса насіння є чутливими індикаторами впливу ерозійної деградації ґрунтів. На середньородованих ділянках маса насіння з одного кошика виявилася майже в 4 рази меншою, ніж на слабоородованих, що свідчить про критичний дефіцит поживних речовин та вологи. Така різниця безпосередньо впливає на загальну врожайність на полі та, відповідно, зменшує прибутковість діяльності агропідприємств, оскільки зниження продуктивності рослин призводить до зменшення обсягів реалізованого врожаю та економічної віддачі від посівів.

Проблема впливу ерозійної деградації ґрунтів на продуктивність агроценозів є надзвичайно актуальною. Отримані дані підкреслюють необхідність подальших досліджень, які дозволять оцінити масштаби деградації ґрунтів, визначити чутливі індикатори впливу ерозії та розробити науково обґрунтовані агротехнічні та економічно ефективні заходи для підтримки продуктивності та прибутковості вирощування соняшнику.

Список використаних джерел

1. Агроекологічний супутниковий моніторинг : монографія / О. Г. Тараріко, О. В. Сиротенко та ін. Київ : Аграрна наука, 2018. 202 с.
2. Ion V., Dicu G., Basa A. G. et al. Sunflower yield and yield components under different sowing conditions. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2015. Vol. 6. P. 44–51. DOI: 10.1016/j.aaspro.2015.08.036
3. Gordeyeva Y., Shelia V., Shestakova N. et al. Sunflower (*Helianthus annuus*) yield and yield components for various agricultural practices (sowing date, seeding rate, fertilization) for steppe and dry steppe growing conditions. *Agronomy*. 2024. Vol. 14, Iss. 1. P. 36. DOI: 10.3390/agronomy14010036

УДК 502.55:504.064.4:519.876.5

**НАУКОВІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМИ РИЗИКАМИ
ЧЕРЕЗ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ НАСЛІДКІВ АВАРІЙ НА
ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ**

Кочанов Е.О.¹, Некос А.Н.¹, Безсонний В.Л.^{1,2}

bezsonny@gmail.com

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

²*Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця,
м. Харків, Україна*

В результаті дослідження розроблено вдосконалену формульну модель оцінки хімічної обстановки, що забезпечує наукову основу для управління екологічними ризиками при аваріях. Ключовим результатом є впровадження параметру шорсткості підстилаючої поверхні (z_0), що дозволяє підвищити точність прогнозування глибини зони ураження на 12–18% порівняно з традиційними підходами. Модель розрізняє первинну та вторинну хмари зараження, кількісно демонструючи, що вторинна хмара (наприклад, від 200 тонн хлору) може поширюватись на відстань до 133 км, що є критичним для природоохоронного планування.

Ключові слова: екологічні ризики, хімічне забруднення, моделювання, шорсткість поверхні, раціональне природокористування.

As a result of the research, an improved formula-based model for assessing the chemical situation was developed, providing a scientific basis for managing environmental risks during accidents. The key result is the introduction of the underlying surface roughness parameter (z_0), which increases the accuracy of predicting the affected zone's depth by 12-18% compared to traditional approaches. The model distinguishes between primary and secondary contamination clouds, quantitatively demonstrating that the secondary cloud (e.g., from 200 tons of chlorine) can spread up to 133 km, which is critical for environmental protection planning.

Keywords: environmental risks, chemical pollution, modeling, surface roughness, rational nature management.

Сучасні проблеми раціонального природокористування та охорони природи нерозривно пов'язані з необхідністю управління ризиками, що виникають внаслідок інтенсивної промислової діяльності. Зростання масштабів

хімічного виробництва та транспортних перевезень небезпечних речовин створює постійну загрозу аварійних ситуацій, які можуть призвести до катастрофічних наслідків: масштабного забруднення атмосферного повітря, водних ресурсів та ґрунтів, деградації екосистем та масового ураження населення. Існуючі методи моделювання поширення токсичних хмар мають суттєві обмеження: класичні гаусівські моделі не враховують складний рельєф, а високодеталізовані CFD-підходи є надто ресурсномісткими для оперативного реагування в кризових умовах. Цей розрив між теоретичними можливостями та практичними потребами створює значний виклик для систем екобезпеки та вимагає розробки нових інструментів для підтримки прийняття управлінських рішень.

Світова наукова думка активно працює над вирішенням цієї проблеми, що відображено у численних дослідженнях. Аналіз показує широкий спектр підходів: від використання ГІС-технологій для оптимізації планів евакуації населення до створення складних LES-моделей для міських агломерацій, які враховують вплив забудови на повітряні потоки [1]. Важливе значення мають масштабні польові експерименти, як-от Jack Rabbit II, що дозволили верифікувати існуючі моделі на реальних даних витоку хлору та виявили їхні слабкі місця, зокрема у прогнозуванні пікових концентрацій. Водночас спостерігається тенденція до інтеграції фізичних моделей з методами штучного інтелекту, зокрема нейронними мережами та алгоритмами машинного навчання, для прискорення прогнозів. Попри значний прогрес, більшість існуючих рішень не забезпечують необхідного балансу між точністю, швидкістю та універсальністю, що залишає відкритою потребу в розробці комплексної, але водночас оперативної моделі, придатної для практичного застосування в системах раціонального природокористування та охорони довкілля.

Саме для вирішення цього завдання було розроблено вдосконалену формульну модель оцінки хімічної обстановки (ХО), що становить наукову основу для управління екологічними ризиками. Модель комплексно підходить до аналізу аварії, розрізняючи два ключові етапи формування загрози: первинну

хмару, що утворюється миттєво внаслідок розгерметизації ємності, та вторинну хмару, яка виникає внаслідок тривалого випаровування розливої речовини з поверхні.

Основним нововведенням, що суттєво підвищує прикладну цінність моделі для завдань раціонального природокористування, є врахування шорсткості підстилаючої поверхні (параметр z_0). Цей параметр дозволяє адаптувати прогноз до реальних умов місцевості, адже поширення токсичної хмари кардинально відрізнятиметься над гладкою поверхнею води чи снігу, у степовій зоні, в лісовому масиві чи в умовах щільної міської забудови. Модель використовує логарифмічну залежність для корекції швидкості вітру біля поверхні, що дозволяє отримувати значно більш реалістичні сценарії поширення забруднення. Розрахунки показали, що врахування цього фактору підвищує точність прогнозування глибини зони ураження на 12–18%. Таке уточнення є не просто академічним досягненням, а життєво важливим елементом для прийняття обґрунтованих управлінських рішень: від визначення меж санітарно-захисних зон до оперативного планування евакуації та локалізації екологічної катастрофи.

Список використаних джерел

1. Yoo B., Choi S. D. Emergency evacuation plan for hazardous chemicals leakage accidents using GIS-based risk analysis techniques in South Korea. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2019. – Vol. 16, No. 11. – P. 1948. – DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph16111948>.

УДК 574.64:504.064

БІОТЕСТУВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ВОД РІЧКИ ЛОПАНЬ

Крайнюков О. М., Воробйов Д.С.

kraynukov@karazin.ua

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

У роботі представлено результати еколого-токсикологічної оцінки якості води річки Лопань у межах міста Харкова. Дослідження базується на використанні біотестування із застосуванням ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg для визначення хронічної токсичності води. Установлено сезонні коливання токсичності з найвищими показниками взимку та покращенням стану води навесні. Виявлено просторову неоднорідність забруднення, що пов'язана з урбанізацією та локальними джерелами техногенного впливу. Результати підтверджують ефективність біотестування як індикаторного методу екологічного моніторингу. Річка Лопань характеризується нестійким екологічним станом, однак має потенціал до природного самоочищення.

Ключові слова: біотестування, токсичність, *Ceriodaphnia affinis*, урбанізовані водойми, еколого-токсикологічна оцінка, річка Лопань.

The paper presents the results of an ecotoxicological assessment of the water quality of the Lopan River within the city of Kharkiv. The research is based on bioassay testing using *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg to determine the chronic toxicity of the water. Seasonal variations in toxicity were identified, with the highest levels observed in winter and improvement noted in spring. Spatial heterogeneity of pollution was revealed, associated with urbanization and local sources of technogenic impact. The results confirm the effectiveness of bioassays as an indicator method for ecological monitoring. The Lopan River is characterized by an unstable ecological condition but retains the potential for natural self-purification.

Keywords: bioassay, toxicity, *Ceriodaphnia affinis*, urban water bodies, ecotoxicological assessment, Lopan River.

Водні ресурси є одним із найцінніших компонентів природного середовища, від стану яких залежить екологічна рівновага, біорізноманіття та здоров'я населення. У сучасних умовах антропогенного навантаження та урбанізації малі річки України перебувають під значним техногенним тиском.

Особливо гостро ця проблема проявляється у великих містах, де поєднання промислових, транспортних і побутових джерел забруднення створює складну екологічну ситуацію. Одним із таких прикладів є річка Лопань — водотік, що протікає через центральну частину Харкова та відіграє важливу роль у формуванні гідрологічної системи міста.

Річка Лопань є типовою урбанізованою малою річкою, для якої характерна висока чутливість до забруднення. Її басейн охоплює густонаселені території з розвинутою промисловою, транспортною та побутовою інфраструктурою. Основними джерелами забруднення є стічні води промислових підприємств, поверхневий змив із міських територій, витіки паливно-мастильних матеріалів, а також аварійні викиди. Потрапляння токсичних речовин у водне середовище призводить до погіршення якості води, зменшення вмісту розчиненого кисню, порушення гідробіологічних процесів та зниження біорізноманіття.

В умовах складного складу забруднювачів, який містить як органічні, так і неорганічні сполуки, для оцінки екологічного стану водних об'єктів традиційні хімічні аналізи виявляються недостатніми. Вони не дозволяють визначити сукупну дію токсикантів і не відображають їхнього біологічного ефекту. Тому у світовій практиці дедалі більшого значення набувають біологічні методи оцінки токсичності, зокрема біотестування, яке дає змогу визначати рівень небезпеки середовища за реакцією живих організмів [1-4].

Для оцінки якості води річки Лопань було застосовано метод біотестування із використанням прісноводних ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg. Цей вид є високочутливим до токсикантів різної природи — важких металів, нафтопродуктів, фенолів та поліциклічних ароматичних вуглеводнів. Біотестування базується на визначенні хронічної токсичності води за двома показниками: виживаністю та плодючістю організмів у дослідних пробах у порівнянні з контрольними. Критерієм токсичності вважається статистично значиме зниження одного з цих параметрів. Тривалість експерименту становила шість діб або до моменту появи трьох пометів у 90 % початкової популяції тест-організмів.

Проби води відбиралися у межах міста Харкова у чотирьох створах: біля Павлівської Греблі, Рогатинського мосту, Лопанського мосту та Гончарівської греблі. Дослідження проводилися у три етапи — восени 2023 року, взимку 2024 року та навесні 2024 року. Отримані дані свідчать про виражену сезонну зміну рівня токсичності води. Восени зафіксовано відносно помірну токсичність, що відповідала 2–3 класу якості води — слабо або помірно забруднена. Виживаність ракоподібних у цих пробах становила 80–90 %, а плодючість — близько 75 % від контрольних значень.

Взимку ситуація різко погіршилась. Унаслідок зниження температури води, обмеженого водообміну та накопичення органічних залишків у водоймі, рівень токсичності зріс. Особливо негативно вплинули аварійні витoki нафтопродуктів у Немишлянському районі, що призвели до появи плівки на поверхні води. Виживаність *Ceriodaphnia affinis* зменшилась до 60–65 %, а плодючість — майже вдвічі порівняно з контролем. Ці дані відповідають 4 класу якості води — «брудна вода». У деяких пробах спостерігались порушення репродуктивних функцій, що є типовою ознакою хронічного токсичного впливу.

Навесні 2024 року, після танення льоду та активізації водообміну, показники токсичності зменшились. Виживаність організмів зросла до 85–90 %, а плодючість стабілізувалась. Це свідчить про природне самоочищення річки, яке відбувається за рахунок гідродинамічних процесів, розведення токсикантів і відновлення біологічної активності. Найкращі показники зафіксовано у створі біля Павлівської Греблі, де вода відповідала 1 класу якості — «чиста». У межах Рогатинського мосту якість оцінювалась як 2 клас, тоді як біля Гончарівської греблі вода залишалась помірно токсичною (3–4 клас).

Результати біотестування вказують, що токсичність води має виражений просторовий та сезонний характер. Найвищий рівень токсичного навантаження припадає на зимовий період, тоді як навесні і восени показники значно поліпшуються. Такі коливання зумовлені змінами гідрологічного режиму, температури, швидкості течії та кількості забруднювачів, що надходять із міських територій.

Отримані дані свідчать, що основними джерелами токсичного впливу залишаються поверхневі стоки та техногенні забруднення. Зокрема, нафтопродукти чинять тривалий негативний ефект, порушуючи життєві функції водних організмів навіть за низьких концентрацій. Біотестування виявило наявність хронічної токсичності у більшості проб, що підтверджує нестійкість екологічного стану річки.

Практичне значення дослідження полягає в тому, що отримані результати можна використати для створення системи локального екологічного моніторингу. Біотестування з використанням *Ceriodaphnia affinis* доцільно впровадити як регулярну процедуру контролю за станом малих річок. Це дозволить оперативно виявляти підвищення токсичності, встановлювати зв'язок із джерелами забруднення і своєчасно реагувати на екологічні зміни.

Загалом результати дослідження демонструють, що річка Лопань залишається вразливою до антропогенних впливів, але має здатність до природного самоочищення. Водночас виявлені рівні хронічної токсичності вказують на потребу в постійному контролі за станом води. Біотестування довело свою ефективність як індикаторний метод, здатний показувати реальний екологічний ризик навіть тоді, коли традиційні методи не фіксують перевищень за вмістом окремих речовин.

Таким чином, проведена еколого-токсикологічна оцінка якості води річки Лопань підтверджує необхідність комплексного підходу до управління водними ресурсами урбанізованих територій. Вона є прикладом того, як біологічні методи можуть забезпечити більш об'єктивне уявлення про екологічний стан водойм, сприяти розробці заходів із зменшення токсичного навантаження та формуванню ефективної системи екологічного моніторингу на регіональному рівні.

Список використаних джерел

1. Karr J.R., Chu E.W. Biological monitoring: essential foundation for ecological risk assessment. *Hum. Ecol. Risk Assess.*, 3 (6), 1997. pp. 993-1004.

<https://doi.org/10.1080/10807039709383742>

2. Li L., Zheng B., Liu L. Biomonitoring and bioindicators used for river ecosystems: definitions, approaches and trends. *Procedia Environ. Sci.*, 2, 2010. pp. 1510-1524.

<https://doi.org/10.1016/j.proenv.2010.10.164>

3. Girotti S., Maiolini E., Bolelli L., Ghini S., Ferri E., Barile N., Medvedeva S. Analytical techniques and bioindicators in environmental control: honeybees, mussels, bioluminescent bacteria: rapid immunoassays for pesticide detection. *Soil Chemical Pollution, Risk Assessment, Remediation and Security*, Springer, 2008. pp. 327-347. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8257-3_29

4. Hassan S.H., Van Ginkel S.W., Hussein M.A., Abskharon R., Oh S.-E. Toxicity assessment using different bioassays and microbial biosensors. *Environ. Int.*, 92–93, 2016. pp. 106-118. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.03.003>

УДК 574.64:504.064

СУЧАСНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН РІЧКОВОЇ СИСТЕМИ СІВЕРСЬКОГО ДІНЦЯ В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Крайнюков О. М., Склярів А. В.

kraynukov@karazin.ua, artem.skliarov@student.karazin.ua

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

У роботі представлено результати дослідження екологічного стану річкового басейну Сіверського Дінця в межах Харківської області. На основі аналізу багаторічних гідрометеорологічних даних визначено тенденції зміни кліматичних умов, водності та рівня забруднення водойм. Установлено, що за період 1991–2020 рр. спостерігається підвищення середньорічної температури повітря, скорочення кількості опадів та зменшення водності річок, що сприяє погіршенню якості води та збільшенню концентрації забруднювальних речовин. Застосування інтегрованого показника динаміки екологічного стану дозволило кількісно оцінити вплив кліматичних і антропогенних факторів на водну екосистему. Отримані результати свідчать про нестійкий екологічний стан басейну Сіверського Дінця та необхідність впровадження системи регіонального екологічного моніторингу.

Ключові слова: річковий басейн, екологічний стан, забруднення вод, кліматичні зміни, інтегрований показник, моніторинг.

The study presents the results of research on the ecological condition of the Siverskyi Donets River Basin within the Kharkiv region. Based on a long-term analysis of hydrometeorological data, the dynamics of climate parameters, river flow, and water pollution levels were identified. It was established that during 1991–2020 there was an increase in average annual air temperature, a decrease in precipitation, and a reduction in river discharge, leading to a deterioration in water quality and higher concentrations of pollutants. The use of an integrated environmental dynamics index made it possible to quantitatively assess the influence of climatic and anthropogenic factors on the aquatic ecosystem. The results indicate an unstable ecological condition of the Siverskyi Donets Basin and emphasize the need for a regional system of ecological monitoring.

Key words: river basin, ecological condition, water pollution, climate change, integrated index, monitoring.

Дослідження екологічного стану річкового басейну Сіверського Дінця в

межах Харківської області у контексті кліматичних змін та інтенсифікації антропогенного навантаження є важливою сучасною проблемою. За науковими публікаціями було здійснено аналіз гідрометеорологічних показників, динаміки водних ресурсів і рівня забруднення водойм за тривалий період спостережень. Матеріал охоплює широкий часовий проміжок від початку 1990-х років до 2020 року, що дозволяє простежити довгострокові тенденції деградації водних екосистем регіону. Підхід до оцінки стану річкового басейну ґрунтується на ідеї взаємозв'язку між кліматичними факторами, гідрологічними процесами та якістю водного середовища. Особлива увага приділена впливу підвищення температури повітря на зміну температури води, зменшення водності та загальну стійкість річкових систем до техногенного навантаження [1].

Протягом останніх десятиліть спостерігається чітка тенденція до підвищення середньорічної температури повітря на території Харківської області на 1,1–1,5 °С, що супроводжується зменшенням кількості опадів і збільшенням тривалості посушливих періодів. Такі кліматичні зміни безпосередньо впливають на водний режим Сіверського Дінця та його притоки. Зменшення водності та зниження рівня річок призводять до зростання концентрації забруднювальних речовин, уповільнення процесів самоочищення та погіршення екологічного стану водойм. Паралельно спостерігається підвищення індексу забруднення води, особливо у ділянках із високою щільністю населення та розвиненою промисловою інфраструктурою, таких як Харків, Зміїв, Ізюм.

Для визначення екологічного стану басейну застосовано інтегрований показник динаміки екологічного стану, який поєднує комплекс кліматичних, гідрологічних та гідрохімічних характеристик. Такий підхід дозволяє не лише фіксувати зміни окремих параметрів, а й оцінювати їхній сукупний вплив на екосистему. Було визначено, що зменшення водності річок та підвищення температури води корелюють із зростанням рівня забруднення, що підтверджує тісний взаємозв'язок між природними і техногенними процесами [2].

Отримані результати свідчать, що води басейну Сіверського Дінця

переважно належать до категорій помірно забруднених або забруднених. Найгірші показники зафіксовано в районах із високим рівнем урбанізації, де у водойми надходять стічні води промислових підприємств, комунального господарства та аграрного сектору. Погіршення якості води супроводжується зниженням біологічного різноманіття, скороченням чисельності гідробіонтів і зменшенням стійкості екосистем до зовнішніх впливів. Річкові ділянки у верхній та середній течії зазнають особливо сильного антропогенного тиску, тоді як у нижній течії спостерігається відносна стабілізація гідрологічного режиму.

Для покращення ситуації необхідно стимулювати системний підхід до управління водними ресурсами. Для покращення екологічного стану Сіверського Дінця необхідно впроваджувати комплекс заходів, спрямованих на скорочення техногенного навантаження, удосконалення систем очищення стічних вод та підвищення ефективності водоохоронних зон. Також існує нагальна потреба у створенні регіональної системи екологічного моніторингу, яка базуватиметься на інтеграції кліматичних, гідрологічних і біологічних даних [3].

Басейн Сіверського Дінця перебуває у нестабільному екологічному стані, який формується під впливом кліматичних і антропогенних факторів, і потребує комплексних заходів з управління та охорони водних ресурсів.

Список використаних джерел

1. Лобода Н.С., Смалій О.В., Катинська О.М., Котович О.М. Оцінка змін якості води по довжині річки Сіверський Донець на початку XXI сторіччя. *Український гідрометеорологічний журнал*, 2019, №23. С. 54–68.
2. Жук В. Н. Інтегральна оцінка сучасного якісного стану р. Сіверський Донець у межах Харківської області. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2015. 1-2. С. 103 – 109.
3. Крайнюков О.М. Сучасний екологічний стан водних об'єктів басейну річки Сіверський Донець. *Людина і довкілля. Проблеми неоекології*. 2015. 3,4. С. 71-78.

УДК 574.64:504.064

ЕКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ У ЗОНІ НАФТОВОГО ВПЛИВУ

Крайнюков О. М., Кривицька І.А.

kraynukov@karazin.ua, krivickaya@karazin.ua

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

У роботі розглянуто екотоксикологічні аспекти впливу нафтопродуктів і поліциклічних ароматичних вуглеводнів на водні екосистеми. Показано, що нафта є складною сумішшю органічних сполук, здатних спричиняти гострі й хронічні токсичні ефекти. Наведено сучасні підходи до оцінки токсичності, що базуються на поєднанні фізико-хімічного аналізу та біотестування. Особливу увагу приділено використанню мікробних і люмінесцентних біотестів для швидкої оцінки токсичності. Обґрунтовано необхідність інтеграції еколого-токсикологічних методів у систему моніторингу якості води. Визначено роль біоіндикаторів у виявленні синергічних ефектів хімічних забруднювачів. Показано, що традиційні показники якості води не відображають реальний екологічний ризик. Запропоновано використання біологічних методів як ефективного інструменту раннього попередження токсичного впливу.

Ключові слова: *екотоксичність, нафтові вуглеводні, біотестування, біоаналіз, водні екосистеми, оцінка екологічного ризику.*

The paper examines the ecotoxicological aspects of the impact of petroleum products and polycyclic aromatic hydrocarbons on aquatic ecosystems. It is shown that crude oil is a complex mixture of organic compounds capable of causing both acute and chronic toxic effects. Modern approaches to toxicity assessment are presented, combining physico-chemical analysis and bioassay methods. Special attention is given to the use of microbial and luminescent bioassays for rapid toxicity evaluation. The necessity of integrating ecotoxicological methods into water quality monitoring systems is substantiated. The role of bioindicators in detecting synergistic effects of chemical pollutants is highlighted. It is demonstrated that traditional water quality parameters do not fully reflect actual ecological risks. Biological methods are proposed as an effective tool for early detection and prevention of toxic impacts.

Key words: *ecotoxicity, petroleum hydrocarbons, bioassay, biotesting, aquatic ecosystems, environmental risk assessment.*

Сира нафта являє собою складну суміш органічних сполук, що містить

аліфатичні (алкани, циклоалкани) та ароматичні вуглеводні, а також сполуки, які включають азот, кисень і сірку. Крім того, у її складі присутні мікроелементи — нікель, ванадій, залізо та інші.

Нафта і нафтопродукти мають стратегічне значення як основне джерело енергії та сировина для хімічної промисловості, відіграючи провідну роль у соціально-економічному розвитку будь-якої держави [1].

Потрапляння нафтових вуглеводнів у навколишнє середовище — як ненавмисне (під час розвідки, транспортування, переробки), так і внаслідок антропогенної діяльності чи природних процесів — призводить до масштабного забруднення. Частина цих сполук швидко випаровується, інша — розчиняється у воді, акумулюється в планктоні та донних відкладеннях, потрапляючи у трофічні ланцюги. Це створює значні ризики для водних і наземних екосистем, а також економічні збитки для рибного господарства, туризму й рекреації.

Таким чином, нафтові вуглеводні є однією з найпоширеніших і найбільш небезпечних груп органічних забруднювачів природних екосистем. Їхня токсичність і складна фізико-хімічна природа визначають потребу у проведенні ґрунтовних еколого-токсикологічних оцінок [2].

Ефективна система моніторингу нафтового забруднення має бути комплексною та включати біологічні, хімічні та фізичні методи контролю.

Біологічні тести повинні доповнюватися хімічними та фізичними аналізами, що забезпечує точніше трактування результатів і дозволяє оцінювати вплив забруднювачів не лише кількісно, а й з точки зору їхнього екологічного ефекту.

Хімічні та фізичні методи, такі як високоефективна рідинна хроматографія, газова хроматографія та індуктивно зв'язана плазмова спектроскопія, широко використовуються для визначення концентрацій шкідливих речовин у навколишньому середовищі. Вони характеризуються високою точністю та чутливістю, проте не дозволяють оцінити реальний токсикологічний вплив сполук на живі організми [3].

На відміну від них, біологічні методи (зокрема біотестування та використання біосенсорів) відображають реакцію живих систем на дію

токсикантів і тому є незамінними для виявлення екологічних ризиків, особливо на етапах первинного скринінгу. Такі методи мають низку переваг — вони швидкі, економічні, високо чутливі, прості у виконанні та дають достовірні результати. Крім того, біотести можуть оцінювати токсичність як окремих речовин, так і складних сумішей із синергічними або антагоністичними ефектами.

Завдяки цим особливостям біотестування та біосенсорика стали важливою складовою екологічного моніторингу, застосовуючись для контролю якості повітря, ґрунтів і водних об'єктів. Серед найпоширеніших біоіндикаторів використовуються мікроорганізми, рослини, водорості, риби та безхребетні, які відображають зміни стану довкілля на різних рівнях біологічної організації.

Проте тестування за участю вищих організмів (наприклад, риб або тварин) має певні обмеження: воно вимагає тривалої експозиції, значних обсягів зразків і часто супроводжується етичними запереченнями. У таких випадках оцінка токсичності ґрунтується на біологічних кінцевих точках, таких як виживання, ріст та репродукція тест-організмів.

Серед сучасних біотестів особливе місце посідають мікробні методи, засновані на використанні бактерій для скринінгу токсичності. Одним із найефективніших напрямів є застосування люмінесцентних бактерій, які випромінюють світло в процесі метаболічної активності. Цей метод довів свою ефективність у визначенні та моніторингу токсичності різних середовищ, оскільки є неінвазивним, швидким, відтворюваним і зручним у використанні [4].

Біолюмінесценція тісно пов'язана зі станом клітинного метаболізму, тому навіть незначні зміни в життєдіяльності бактерій призводять до зміни інтенсивності світіння. У присутності токсичних речовин метаболічна активність пригнічується, і світлова емісія зменшується. Рівень токсичності зразка можна оцінити, порівнявши інтенсивність світіння експериментального зразка з контролем — таким чином визначається ступінь інгібування біолюмінесценції.

Ключовим кількісним показником у таких дослідженнях є

напівмаксимальна ефективна концентрація (EC_{50}) — концентрація токсичної речовини, що знижує інтенсивність світіння на 50%. Цей параметр широко застосовується як універсальний індикатор токсичності та дозволяє порівнювати чутливість різних організмів і середовищ до хімічних речовин.

Водне середовище є складною багатокомпонентною системою, що поєднує численні фізичні, хімічні та біологічні чинники. Через велику кількість джерел забруднення воно характеризується високою мінливістю, багатофакторністю та складністю процесів. У більшості випадків оцінка якості води здійснюється на основі фізико-хімічних показників, таких як температура, рН, вміст розчиненого кисню чи концентрація органічних речовин. Однак ці традиційні параметри не дають змоги виявити або кількісно оцінити токсичні властивості води, зумовлені присутністю шкідливих забруднювачів.

Накопичення токсичних і стійких органічних речовин у водному середовищі протягом тривалого часу становить серйозну загрозу для екосистем і здоров'я людини. Незважаючи на це, кількість досліджень, що враховують токсикологічні показники під час оцінки якості поверхневих та підземних вод, залишається обмеженою. Наявні методи оцінювання не завжди узгоджені з біотоксикологічними критеріями й часто ігнорують кумулятивні або синергетичні ефекти забруднювачів.

Крім того, процес інтегральної оцінки якості води є багатокритеріальним і має значну невизначеність, оскільки більшість існуючих підходів не враховують випадковості і нечіткості у природних системах.

Таким чином, для отримання об'єктивнішої та екологічно релевантної оцінки стану водних об'єктів необхідно поєднувати класичні аналітичні методи з еколого-токсикологічними дослідженнями, що враховують біологічну реакцію організмів на дію забруднювачів [5].

Список використаних джерел

1. Varjani S. J. Microbial degradation of petroleum hydrocarbons. *Bioresource Technology*, 2017. 223, pp. 277-286. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.10.037>

2. Крайнюков О. М., Чистякова О. О., Божко Т. В. Комплексна оцінка стану компонентів природного середовища, забруднених нафтопродуктами. *Захист довкілля від антропогенного навантаження*, Зб.наук.ст. Харків-Кременчук, 2006. 12 (14). pp. 76-90.
3. Hassan S. H., Van Ginkel S. W., Hussein M. A., Abskharon R., Oh S.-E. Toxicity assessment using different bioassays and microbial biosensors. *Environ. Int.*, 2016. 92–93, pp. 106-118. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.03.003>
4. Ma X.Y., Wang X.C., Ngo H.H., Guo W., Wu M.N., Wang N. Bioassay based luminescent bacteria: interferences, improvements, and applications . *Sci. Total Environ.*, 2014. 468, pp. 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.08.028>.
5. Крайнюкова А. М., Крайнюков О. М., Кривицька І. А. Використання методик біотестування для оцінювання екологічного стану поверхневих вод. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна серія «Екологія»*, 2021. (24), pp. 103-116. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2021-24-09>

УДК 574.64:504.064

ОЦІНКА СИСТЕМИ ВСТАНОВЛЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ

Крайнюков О. М., Проненко М.О.

kraynukov@karazin.ua, maksym.pronenko@karazin.ua

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

У статті розглянуто сучасні підходи до управління відходами в Україні в контексті імплементації європейських екологічних стандартів. Прийняття рамкового Закону України «Про управління відходами» (№ 2320-IX від 9 липня 2023 р.) стало ключовим кроком у реформуванні національної системи поводження з відходами. Особливу увагу приділено поняттям «побічні продукти» та «припинення статусу відходів», які відкривають можливість використання речовин після виробництва без шкоди для довкілля. Українське законодавство гармонізовано з європейським у частині класифікації небезпечних відходів і небезпечних властивостей (НР), зокрема НР 14 – «екотоксичність». Показано, що визначення екотоксичності відходів неможливе лише за хімічним складом, тому необхідним є застосування біоаналітичних методів, біотестування та індексного підходу. Результати біоаналізів підтверджують, що певні види відходів, такі як бурові шлами, після біоремедіації можуть втрачати статус небезпечних. Водночас у ЄС досі відсутні уніфіковані порогові критерії для визначення екотоксичності (НР 14), що створює регуляторну невизначеність, але й залишає простір для розробки національних рішень. Стаття підкреслює значення наукового підходу, біотестування та адаптації європейських практик для ефективної реалізації реформи управління відходами в Україні.

Ключові слова: *відходи, бурові шлами, біотестування, екотоксичність*

The article examines modern approaches to waste management in Ukraine in the context of implementing European environmental standards. The adoption of the Framework Law of Ukraine “On Waste Management” (No. 2320-IX of July 9, 2023) marked a key step in reforming the national waste management system. Special attention is paid to the introduction of the concepts of “by-products” and “end-of-waste status,” which allow certain materials generated in production to be reused safely without harming the environment. Ukrainian legislation has been harmonized with European norms in terms of the classification of hazardous waste and hazardous properties (HP), particularly HP 14 – “ecotoxicity.” It is emphasized that assessing the ecotoxicity of waste cannot rely solely on chemical composition; therefore, the use of bioanalytical methods, bioassays, and

hazard index approaches is essential. The results of bioanalyses demonstrate that certain types of waste, such as drilling sludge, can lose their hazardous status after bioremediation. At the same time, the European Union still lacks unified threshold criteria for classifying waste as “ecotoxic” (HP 14) based on bioassay results, which creates regulatory uncertainty but also leaves room for national-level solutions. The article highlights the importance of a scientific approach, the use of biotesting, and the adaptation of European practices for the effective implementation of waste management reform in Ukraine.

Key words: *wastes, drill cuttings, bioassay, ecotoxicity*

Управління відходами є одним із найскладніших та найважливіших секторів екологічної політики, особливо в контексті євроінтеграційних прагнень України. Завдяки прийняттю рамкового Закону України «Про управління відходами» (№ 2320-IX) від 9 липня 2023 року, країна зробила значний крок до наближення свого законодавства до стандартів Європейського Союзу. Цей закон є «фундаментом» довгоочікуваної реформи, що покликана замінити застарілі підходи до поводження з відходами на сучасну, ієрархічну систему, що відповідає європейським принципам «забруднювач платить» та розширеної відповідальності виробника.

Метою реформи є не лише захист довкілля та здоров'я людей, але й побудова ефективної інфраструктури, що сприятиме перетворенню відходів на вторинну сировину та інтеграції в модель кругової економіки.

Закон України «Про управління відходами» відіграє роль базового нормативного акта, що створює нову архітектуру відносин у сфері управління відходами. Він запроваджує ієрархію управління відходами (запобігання, повторне використання, рециклінг, відновлення та видалення) та принципи «забруднювач платить» і розширеної відповідальності виробника.² Закон також містить нові поняття, такі як «побічні продукти» та «припинення статусу відходів».¹ Це дозволяє речовинам і предметам, які утворюються в процесі виробництва, втрачати статус відходів за умови їх широкого вживання, наявності ринку, відповідності технічним вимогам і відсутності шкоди для довкілля та здоров'я людини. Це є важливим кроком, що надає підприємствам нові

можливості для перетворення відходів на цінну вторинну сировину, знижуючи регуляторне навантаження та сприяючи розвитку циркулярної економіки.

Україна досягла значного прогресу у гармонізації, зокрема, у переліку небезпечних властивостей (НВ). Законодавство України використовує критерії, що відповідають європейським, включаючи поняття H-statements та граничні концентрації для хімічних речовин. Наприклад, властивості НВ 14 (екотоксичність) мають прямі аналоги в Додатку III європейської директиви. Система поводження з відходами в Європейському Союзі ґрунтується на Рамковій директиві про відходи (2008/98/ЕС), яка встановлює загальні принципи управління та "ієрархію відходів" [1].

Центральним елементом цієї директиви є класифікація відходів на небезпечні та небезпечні. Директива визначає 15 небезпечних властивостей (Hazardous Properties, HP), які служать критеріями для класифікації. Екотоксичність (HP 14) є однією з найбільш важливих небезпечних властивостей, що оцінюються у відходах.

Оцінка HP 14 не може бути повністю виконана лише на основі хімічного складу відходів. Регуляторна база ЄС рекомендує використовувати три підходи для визначення екотоксичності: біотестування, хімічна класифікація та індекс безпеки. Біоаналізи є критично важливими, оскільки вони дозволяють оцінити сукупну токсичність сумішей хімічних речовин, що містяться у відходах, включаючи синергетичні чи антагоністичні ефекти, які неможливо передбачити простим хімічним аналізом [2, 3].

Проведення біоаналізів на таких, начебто небезпечних та екотоксичних відходах як бурові шлами, підтверджує, що навіть такі відходи, після процедури біоре mediaції можуть бути переведені з небезпечних відходів в статус не небезпечних.

Однак однією з проблем є відсутність чітких, гармонізованих порогових значень для класифікації відходів як "екотоксичних" (HP 14) на основі результатів біоаналізів [4-6].

Хоча ЄС вимагає оцінки екотоксичності та надає методи для цього,

відсутність юридично обов'язкових критеріїв для інтерпретації результатів створює регуляторний парадокс. Це залишає класифікацію на розсуд національних органів або експертів. Але це також залишає вікно можливостей на національному рівні.

Список використаних джерел

1. Regulation (EC) No 1272/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on classification, labelling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing Directives 67/548/EEC and 1999/45/EC, and amending Regulation (EC) No 1907/2006. OJ L 353, 31.12.2008, pp. 1–1355. <http://data.europa.eu/eli/reg/2008/1272/oj>
2. Nordsieck H., Wambach K., & Rommel W. Hazardous Property HP14 of MSWI Bottom Ash. *Waste Management*; Thiel, S., Thomé-Kozmiensky, E., Winter, F., Juchelková, D., Eds, 2018. pp. 287-300.
3. Hennebert P. Hazard classification of waste: Review of available practical methods and tools. *Detritus*, 2019. 7, pp. 13-28. <https://doi.org/10.31025/2611-4135/2019.13846>
4. Ferrari B., Radetski C. M., Veber A. M., & Ferard J. F. Ecotoxicological assessment of solid wastes: A combined liquid-and solid-phase testing approach using a battery of bioassays and biomarkers. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 1999. 18(6), pp. 1195-1202. <https://doi.org/10.1002/etc.5620180618>
5. Ferrari B., Radetski C. M., Veber A. M., & Ferard J. F. Ecotoxicological assessment of solid wastes: A combined liquid-and solid-phase testing approach using a battery of bioassays and biomarkers. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 1999. 18(6), pp. 1195-1202. [https://doi.org/10.1897/1551-5028\(1999\)018<1195:EAOSWA>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1897/1551-5028(1999)018<1195:EAOSWA>2.3.CO;2)
6. Guidoni L. L., Martins G. A., Guevara M. F., Brandalise J. N., Lucia T., Gerber M. D., ... & Corrêa É. K. Full-scale composting of different mixtures with meal from dead pigs: process monitoring, compost quality and toxicity. *Waste and biomass valorization*, 2021. 12, pp. 5923-5935. <https://doi.org/10.1007/s12649-021-01422-0>

УДК 911.8:504.054.05:556.531

ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ЗА ЗМІНАМИ У ЛОКОМОТОРНИХ ФУНКЦІЯХ DAPHNIA

Крайнюков О. М., Щокіна М. М.

kraynukov@karazin.ua, m.shchokina@karazin.ua

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

У роботі представлено кількісний аналіз локомоторних функцій дафній (*Daphnia*), які є ключовими біоіндикаторами прісноводних екосистем. Актуальність дослідження обґрунтована високою чутливістю рухової активності цих ракоподібних до змін навколишнього середовища, що дозволяє використовувати їх у екотоксикологічному моніторингу. Експерименти проводилися за допомогою високошвидкісної відеографії та комп'ютерного трекінгу, що дало змогу точно виміряти ключові кінематичні параметри (швидкість, частоту стрибків, коефіцієнт прямолінійності). Встановлено, що статистично значуще відхилення цих параметрів від контрольної норми є прямим доказом негативного впливу хімічних забруднювачів. Отримані кількісні дані доцільно використовувати для удосконалення стандартних методик біотестування та точнішого моделювання популяційної динаміки *Daphnia* в умовах антропогенного навантаження.

Ключові слова: *локомоція, кінематика руху, біоіндикація, якість води, токсиканти*

This paper presents a quantitative analysis of the locomotor functions of *Daphnia*, which are key bioindicators of freshwater ecosystems. The relevance of the study is substantiated by the high sensitivity of these crustaceans' motor activity to environmental changes, which allows their use in ecotoxicological monitoring. Experiments were conducted using high-speed videography and computer tracking to precisely measure key kinematic parameters (velocity, jump frequency, linearity coefficient). It was established that a statistically significant deviation of these parameters from the control norm serves as direct evidence of the negative impact of chemical pollutants. The obtained quantitative data are useful for refining standard biotesting methodologies and for more accurate modeling of *Daphnia* population dynamics under conditions of anthropogenic load.

Key words: *locomotion, kinematics of movement, bioindicator, water quality, toxicants*

Дафнії є важливими представниками зоопланктону в прісних водоймах. Вони належать до класу Ракоподібні (*Crustacea*), ряду Гіллястовусі (*Cladocera*).

Локомоція цих тварин має вирішальне значення для виживання, оскільки вона забезпечує пошук їжі (фільтраційне харчування), уникнення хижаків та здійснення вертикальних міграцій. Вивчення локомоторних функцій дафній є ключовим для розуміння їхньої екологічної ролі, популяційної динаміки та відповіді на зміни навколишнього середовища [1].

Дослідження рухових реакцій дафній мають велике значення для визначення екологічного стану водойм. Оскільки дафнії є ключовою ланкою в прісноводних трофічних ланцюгах, швидкість та реакції їхнього руху безпосередньо впливають на інтенсивність їхнього харчування та на ймовірність бути з'їденими хижаками. Використовування дафній, як біоіндикатори для оцінки якості води є обґрунтованим, адже зміни у локомоції можуть бути індикаторами екологічного дисбалансу [2]. Таким чином, можна визначити, що локомоторна активність дафній є високочутливим показником до токсичних речовин, важких металів та пестицидів. Аналіз рухової поведінки дає чітке розуміння нормальних та патологічних патернів руху, що дозволяє удосконалити методи біотестування [3].

Експерименти з вивчення локомоторних функцій дафній (*Daphnia*) проводяться переважно за допомогою оптичних (відеографічних) методів та комп'ютерного трекінгу, що дозволяє кількісно виміряти їхній рух у відповідь на різні чинники середовища (токсиканти, температура, світло).

Процес вивчення локомоції зазвичай включає такі основні етапи: підготовку культури та експериментальних умов, відеозапис та реєстрацію руху, обробку та кількісний аналіз даних [4, 5, 6].

Підготовчий етап є критично важливим, оскільки лише методична коректність забезпечує об'єктивність та достовірність результатів дослідження. На цьому етапі необхідно провести стандартизацію біологічного матеріалу та умов утримання. Треба враховувати, що для експериментів відбирають особин одного віку або розміру, щоб забезпечити статистичну однорідність. Тест-об'єкти утримуються в лабораторних умовах (акваріумах або кюветах) з хлорвільною водою, при сталій температурі та з регулярним годуванням. Після

стандартизації дафнії поміщаються в експериментальне середовище, яке містить досліджуваний чинник. (наприклад, розчин токсиканта, кайромони (хімічні сигнали) хижаків, вода з підвищеною температурою або зміненою освітленістю). Для визначення залежності ефекту від концентрації часто застосовують дозові експерименти з кількома рівнями досліджуваної речовини.

Ключовим моментом експерименту є фіксація руху дафній без порушення їхньої природної поведінки. Для забезпечення цього потрібно використовувати спеціальну прозору ємність, якісне освітлення, наприклад, інфрачервоні (NIR) лазери або червоне світло. Оскільки дафнії менш чутливі до цих довжин хвиль, це мінімізує вплив на їхню поведінку і дозволяє спостерігати їхній рух навіть у темряві (наприклад, під час моделювання нічних вертикальних міграцій). Також використовується високошвидкісна камера або спеціалізовані трекінгові системи. Висока частота кадрів необхідна для адекватної фіксації швидкого "стрибкоподібного" руху дафній, який включає фази інтенсивного прискорення та пасивного занурення.

Записане відео аналізується за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Програмне забезпечення відстежує координати тіла дафнії в часі, що дозволяє провести кількісний аналіз ключових кінематичних параметрів локомоції: середня швидкість, прискорення, частота стрибків, коефіцієнт прямолінійності траєкторії, вертикальна орієнтація.

Отримані кількісні дані порівнюються між контрольною та експериментальними групами за допомогою відповідних статистичних тестів. Статистично значуще відхилення локомоторних параметрів від контрольної норми слугує прямим доказом або підтвердженням негативного впливу досліджуваного чинника (наприклад, екотоксичності).

Ключові локомоторні параметри (швидкість, частота стрибків, коефіцієнт прямолінійності) є високочутливими біоіндикаторами стресових чинників, таких як хімічні забруднювачі або зміни температури. Отримані кількісні дані доцільно використовувати для удосконалення стандартних методик біотестування та для точнішого моделювання популяційної динаміки *Daphnia* в умовах

антропогенного навантаження.

Список використаних джерел

1. Крайнюков О.М, Щокіна М.М. Аналіз досвіду застосування біологічних систем для раннього попередження забруднення вод. *Український журнал природничих наук*. Житомирський державний університет імені Івана Франка: Житомир, 2025. Вип. 13. С.
2. Крайнюкова А.М., Крайнюков О.М., Кривицька І. А. Використання методик біотестування для оцінювання екологічного стану поверхневих вод. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна серія «Екологія»*. 2021. Вип. 24. С. 103–116. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2021-24-09>
3. Крайнюков О., Кривицька І., Найдьонова О. Алгоритм оцінюванню базового набору таксонів задля визначення їх ефективності. *Український журнал природничих наук*. 2024. Вип. 8. С. 252-269. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.8.2024.26>
4. Abe F.R., Machado A.L., Soares A.M.V.M., de Oliveira D.P., Pestana J.L.T. Life history and behavior effects of synthetic and natural dyes on *Daphnia magna*. *Chemosphere*. 2019. Vol. 236. 124390. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124390>
5. Di Nica V, Rizzi C, Finizio A, Ferraro L, Villa S. Behavioural responses of juvenile *Daphnia magna* to two organophosphorus insecticides. *Journal Of Limnology*. 2022. Vol. 81. <https://doi.org/10.4081/jlimnol.2021.2015>
6. Magester S, Barcelona A, Colomer J., Serra T. Vertical distribution of microplastics in water bodies causes sublethal effects and changes in *Daphnia magna* swimming behavior. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2021. Vol. 228. 113001. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.113001>

УДК 504.45:551.482(477.54)

ОГЛЯД ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ОБ'ЄКТІВ БЛАКИТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТА ХАРКІВ

Кротько А. С., Максименко Н. В.

krotko-98@ukr.net

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

У статті розглянуто основні екологічні проблеми об'єктів блакитної інфраструктури м. Харків – річок та водосховищ. До них віднесено порушення гідрологічного режиму завдяки збудованим греблям, замулювання, накопичення забруднюючих речовин в воді і мулі. Визначено шляхи покращення їх стану.

Ключові слова: *річка, водосховище, блакитна інфраструктура, замулення, забруднення, гідрологічний режим.*

The article discusses the main environmental problems of the blue infrastructure facilities of Kharkiv - rivers and reservoirs. These include violation of the hydrological regime due to the constructed dams, siltation, accumulation of pollutants in water and silt. Ways to improve their condition are identified.

Keywords: *river, reservoir, blue infrastructure, siltation, pollution, hydrological regime.*

Річний хід рівня води в річках м. Харків характеризується ясно вираженим весняним паводком, низькою і тривалою літньо-осінньою і зимовою меженню, порушуючись іноді невисокими і короткочасними дощовими паводками.

Гідрологічний режим річок сильно порушений системою гребель у межах м. Харкова. Регулювання стоку приводить до зменшення ухилу вільної поверхні, швидкості течії, транспортної здатності потоку. Унаслідок цього наноси, які тягнуться потоком по дну чи в зваженому стані, осаджуються і відкладаються на дні водоймища. У результаті замулювання річок і відповідного зниження їхньої дренажної спроможності на території міста підтоплена велика площа ділянок, розташованих на заплавах і перших надзаплавних терасах, а також значні площі присадибних ділянок. Крім того, природно високі рівні ґрунтових вод мають тенденцію до підвищення через розораність схилів і заплавних

ділянок, що різко активізує замулювання річок.

Відклади, що сформувалися у водоймищах у процесі замулювання, містять у даний час велику кількість шкідливих домішок; у межі промзони – це відходи виробництва, у сільській місцевості – це результат інтенсивної агро меліорації полів і городів. По одиничних аналізах Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна мулисті відклади річок у межах міської межі мають у своєму складі майже всі хімічні елементи.

Річки Уди, Лопань та Харків належать до 4-ї категорії з якості поверхневих вод. Води цієї категорії – це екосистеми з елементами регресу, що зазнають антропогенного навантаження, яке перевищує межі адаптаційних можливостей їхніх біоценозів. Ці води мають обмежену сферу застосування і потребу значних витрат на водопідготовку [1].

Таблиця 1.

Характеристика водосховищ, які розташовані у м. Харків [1]

Найменування	На якій річці	Відстань від греблі до джерела річки, км	Площа водозбору, км ²	Площа дзеркала, км ²	Об'єм НІПГ, млн. м ³	
					повний	корисний
Новобаварське	Уди	106	1130	0,45	0,86	-
Лозовеньківське	Лозовенька	14	70	1,3	5	3,5
Олексіївське	Лопань	81	810	0,21	0,55	-
Журавлівське	Харків	65	1040	0,32	0,67	-

До водогосподарської системи в межах м. Харкова належать водосховища: Новобаварське, Журавлівське та Лозовеньківське. Призначення цих водосховищ – рекреація, сільгоспводопостачання та поповнення малих річок м. Харкова, але система не працює у повну міру.

Штучні водойми, розташовані в межах міста і його околиць, у значній мірі регулюють радіаційний і тепловий режим земної поверхні й атмосфери, створюють характерний вітровий режим і визначають мікроклімат міста. Їхній вплив виявляється на метеорологічному режимі прилягаючих територій. У теплий час року в зоні впливу водоймищ і лісонасаджень знижується температура повітря, збільшується його вологість, змінюється вітровий режим.

З метою захисту річок і водойм від замулення і забруднення, поліпшення їхнього стану в процесі господарської діяльності необхідно керуватися наступними основними положеннями. У межах прибережних смуг забороняється: систематичне розорювання земель, застосування отрутохімікатів, випас худоби й організація літніх таборів для худоби, будівництво баз відпочинку, стоянок і мийок автомашин, виконання руслорегулюючих робіт без затвердженого проекту, розміщення звалищ сміття, відходів виробництва і т.д., засипання без відповідних проектів заплавних озер і стариць, оранка, дискування, фрезерування земель на відстані ближче 3 м від брівки русла.

На території водоохоронних зон і прибережних смуг необхідно: суворо дотримуватись вимог по першочерговому впровадженню комплексу протиерозійних заходів, особливо заходів щодо залуження і створення прируслових лісонасаджень; широко використовувати біологічні методи боротьби зі шкідниками і хворобами рослин; забезпечити запобігання доступу забруднених стічних вод з території виробничих центрів і господарських дворів у руслі річок, струмків і водойм; поліпшити захисні функції трав'янистої і деревинно-чагарникової рослинності ґрунтозахисного і водоохоронного значення.

Список використаних джерел

1. Екологічний атлас Харківської області. Харківська обласна державна адміністрація. - Харків: Укр. НДІЕП, 2001. – 57 с.

УДК 504.4.054

ЯКІСТЬ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД У РІЧКАХ БАСЕЙНУ СІВЕРСЬКОГО ДІНЦЯ В МЕЖАХ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ У 2024 РОЦІ

Кулик М. І., Гембач А. О.

m.kulyk@karazin.ua, gembach2021de11@student.karazin.ua

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

Проаналізовано стан поверхневих вод у річці Сіверський Донець в межах Харківської області у 2024 році за шістьма показниками у десятих створах. Виявлено перевищення гранично допустимої концентрації за всіма показниками.

Ключові слова: забруднюючі речовини, нормативний показник, р. Сіверський Донець, якість води.

The state of surface waters in the Siverskyi Donets River within the Kharkiv region in 2024 was analyzed based on six indicators at ten sampling sites. Exceedances of the maximum permissible concentration were detected for all indicators.

Key words: pollutants, regulatory indicator, Siverskyi Donets River, water quality.

Річка Сіверський Донець відіграє важливу роль у забезпеченні водними ресурсами Харківської області, є головною складовою природних ландшафтів регіону та осередком біорізноманіття. Загальна довжина її в межах області 375 км, а площа басейну близько 22 тис км² [1 – 4]. Притоками є такі річки Оскіл, Уди, Берека, Лопань, Харків, Сухий Торець, Балаклійка, Великий Бурлук, Вовча та інші [1 – 4].

У Харківській області Сіверський Донець протікає через ряд важливих міст Чугуїв, Зміїв, Балаклія, Ізюм, а також численні села. Дана річка є джерелом питного, технічного водопостачання та об'єктом рибогосподарського призначення. За географічним положенням та кліматичними особливостями басейн Сіверського Дінця є маловодним, а Харківська область має низьку забезпеченість водними ресурсами, що ставить першочерговим питання його екологічного стану. У 2024 році в області усього з природних джерел забрано

197,0 млн. м³ води, в тому числі з поверхневих – 176,8 млн. м³ води. Слід зазначити, що переважна більшість води забрано саме з природних водних об'єктів Сіверського Дінця [2 – 5].

Якість поверхневих вод знижується під впливом антропогенних факторів, зокрема через міське, промислове та сільськогосподарське господарювання, а також у наслідок ведення бойових дій. У 2024 році в Харківській області усього скинуто у поверхневі водні об'єкти 194,9 млн. м³ зворотних вод, з них нормативно очищених 116,4 млн. м³, нормативно чистих без очистки 74,6 млн. м³ та забруднених 3,9 млн. м³ [2 – 5].

Якість поверхневих вод у річках басейну Сіверського Дінця вивчався за даними Харківського регіонального центру з гідрометеорології за 2024 рік. Досліджування проводились у десяти створах, а саме: р. Сіверський Донець – с. Печеніги (Печенізьке водосховище), с. Есхар (нижче гирла р. Уди), с. Задонецьке; р. Уди – с. Золочів, вище м. Харкова, с. Есхар (гирло); р. Мож – вище м. Мерефа, м. Зміїв (гирло); р. Лопань – м. Харків (гирло); р. Великий Бурлук – с. Базалівка. У пробах вод досліджувались такі показники: розчинений кисень, біологічне споживання кисню за 5 діб (БСК₅), азот амонійний, азот нітритний, хлориди, сульфати [6]. Результати лабораторних досліджень порівнювались з нормативними показниками якості вод для водойм рибогосподарського призначення. Середньорічні величини показників наведено у таблиці 1, червоним виділено перевищення рівня ГДК.

Проаналізувавши середньорічні величини показників якості води у всіх пробах з річок басейну Сіверського Дінця зафіксовано перевищення ГДК.

Аналізуючи середньорічні величини за показником розчинений кисень встановлено, що не значне перевищення нормативу якості води спостерігається лише у річці р. Великий Бурлук.

Аналізуючи середньорічні величини за показником БСК₅ встановлено, що перевищення нормативу якості води спостерігається у всіх відібраних пробах у 1,05 – 2,5 рази.

Таблиця 1

Величини середньорічних показників якості поверхневих вод у річках басейну Сіверського Дінця у 2024 році

Місце відбору проб	Результати вимірювань, мг/дм ³					
	Розчинений кисень	БСК ₅	Азот амонійний	Азот нітритний	Хлориди	Сульфати
р. Сіверський Донець						
с. Печеніги, Печенізьке вдсх,	9,2	2,7	0,2	0,017	42,8	151,2
с. Есхар, нижче гирла р. Уди	9,2	4,4	0,403	0,1	60,2	195,2
с. Задонецьке	8,6	2,9	0,4	0,1	59,6	185,9
р. Уди						
с. Золочів	8,7	2,1	0,358	0,011	34,0	168,1
вище м. Харкова	8,0	2,1	0,6	0,015	37,5	162,9
с. Есхар, гирло	9,2	5,0	1,0	0,2	99,8	245,5
р. Мож						
вище м. Мерефа	8,4	4,3	0,5	0,009	49,1	98,4
м. Зміїв, гирло	7,6	2,6	0,6	0,036	77,1	125,1
р. Лопань						
м. Харків, гирло	8,4	3,4	0,9	0,1	96,9	228,9
р. Великий Бурлук						
с. Базалівка	5,6	4,4	0,9	0,009	93,9	555,5

Аналізуючи середньорічні величини за показником азоту амонійного встановлено, що перевищення нормативу якості води спостерігається у всіх відібраних пробах, окрім Печенізького водосховища, у 1,03 – 2,31 рази.

Аналізуючи середньорічні величини за показником азоту нітритного встановлено, що перевищення нормативу якості води спостерігається у п'яти створах (р. Сіверський Донець, р. Уди, р. Мож, р. Лопань) у 1,8 – 10 раз.

Аналізуючи середньорічні величини за показником хлориди встановлено, відсутність перевищення нормативу якості води у всіх створах.

Аналізуючи середньорічні величини за показником сульфати встановлено, що перевищення нормативу якості води зафіксовано у всіх відібраних створах, окрім р. Мож (вище м. Мерефа), у 1,25 – 5,6 разів.

Отже, поверхневі водні об'єкти басейну Сіверського Дінця забрудненні

сполуками азоту, а у сольовому складі переважають сульфати.

Список використаних джерел

1. Сіверський Донець: Водний та екологічний атлас. О. Г. Васенко, А. В. Гриценко, Г. О. Карабаш, П. П. Станкевич та інші. Під ред. А. В. Гриценка, О. Г. Васенка. Харків: Райдер, 2006, 188с.
2. Державне агентство водних ресурсів України. Характеристика басейну річки Сіверський Донець. URL: <https://davr.gov.ua>
3. Басейнове управління водних ресурсів середнього Сіверського Дінця. URL: <https://snd.davr.gov.ua>
4. Кулик М. І., Петренко А. С. Сучасний стан води у річці Сіверський Донець в межах Харківської області. Охорона довкілля: збірник наукових статей XIX Всеукраїнських наукових Таліївських читань. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2023 р. – С. 70 – 73. URL: <https://ecology.karazin.ua/wp-content/uploads/2024/05/taliev-2023.pdf>
5. Екологічний паспорт Харківської області 2024 рік. Харківська обласна військова адміністрація. URL: <https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-administratsiyi/strukturni-pidrozdili/486/2736/132692>
6. Стан навколишнього природного середовища міста Харків та Харківської області. Харківська обласна військова адміністрація. URL: <https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-administratsiyi/strukturni-pidrozdili/486/2736>

УДК 504.06:330.15

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТ УТИЛІЗАЦІЇ ЛУШПИННЯ СОНЯШНИКА (НА ПРИКЛАДІ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

Кулик М. І., Кот А. Г.

E-mail: m.kulyk@karazin.ua, anna.kot@karazin.ua

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

При виробництві рослинної олії виникає потреба в утилізації лушпиння соняшника. Визначено розмір еколого-економічного збитку при видаленні лушпиння у відвали. Показано переваги енергетичної утилізації лушпиння соняшника.

Ключові слова: лушпиння соняшника, відходи, утилізація, екологічні збитки, спалювання.

In the production of vegetable oil, there is a need to recycle sunflower husks. The size of the ecological and economic damage when removing husks to dumps is determined. The advantages of energy recycling of sunflower husks are shown.

Key words: sunflower husks, waste, recycling, ecological damage, incineration.

Забруднення довкілля побутовими та промисловими відходами є доволі серйозною проблемою. Наявність чисельних стихійних звалищ та місць поводження з відходами неорганізованих відповідним чином негативно впливають на різні компоненти довкілля. Сільськогосподарська галузь в Україні має потужні виробництва та генерує великі обсяги різноманітних відходів та залишків [1]. У 2021 році утворилось 4,4 млн. т відходів рослинного походження [2].

Однією з найбільш розповсюджених олійних культур на світовому аграрному ринку є соняшник, а на вітчизняному є основною культурою. В Україні у 2021 році зібрано рекордні 16,39 млн. т соняшнику при посівній площі 6622 тис га (урожайність 24,6 ц/га), у 2023 році – лише 12,76 млн. т при посівній площі 5220 тис га. В Харківській області у 2021 році зібрано 1,42 млн. т соняшнику, а у 2023 році – 1,14 млн. т [2-4].

Рослинні олії займають провідну позицію на світовому ринку продовольчої

продукції, а Україна займає передові позиції з постачання рослинних олій. Частка олій з соняшника в національному виробництві становить 80-90 %. Олійножировий комплекс України включає як великі олійноекстракційні заводи так і невеликі виробництва. При переробці соняшникового насіння утворюється лушпиння від 15 до 20 % до маси насіння [3-6]. Тож в залежності від потужності масло екстракційного або оліє пресового заводу щоденно утворюється від декількох тон до декількох десятків тон цього відходу виробництва.

На сьогодні існують різні шляхи утилізації соняшникового лушпиння [5, 6]: вивіз на звалища; як сировини для виготовлення кормових дріжджів та етилового спирту; як добавки до грубих кормів в тваринництві; як органічного добрива; при вирощуванні грибів; при виготовленні деяких будівельних матеріалів; в енергетичних цілях (пряме спалювання, виробництво пелет або брикетів, газифікація).

При утворенні відходів – лушпиння соняшника, які підтверджуються технологічним регламентом процесу виробництва, вони підлягають видаленню (в основному шляхом захоронення та знищення) та сплаті екологічного податку. Складання лушпиння у відвали супроводжується значними витратами на транспортування (внаслідок низької насипної ваги), відведенням земель під відвал, можливістю до спалаху та тління, що негативно впливає на довкілля.

Враховуючи, що в Харківській області у 2023 році зібрано 1138 тис. т. соняшникового насіння, при виході лушпиння 20 % від маси насіння, об'єм лушпиння становить 227,6 тис. т. Припускаючи, що близько 5 % від загального об'єму лушпиння вивозиться до відвалів (за матеріалами [5] у 2012 11,9 %), маса лушпиння у відвалах складатиме 11 380 т або 66 941,2 м³ (при насипній щільності 170 кг/м³). Тоді площа засміченої ділянки при висоті відвала 2 м становитиме 33 470,6 м² (3,3 га).

Сума екологічного податку за розміщення 11 380 т малонебезпечних відходів у спеціально відведеному для цього місці та із забезпеченням захисту атмосферного повітря й водних об'єктів від забруднення й розташованого на відстані більше 3 км від населеного пункту у 2024 році становитиме 62 590 грн.

Для оцінки екологічних збитків, визначимо розмір шкоди від засмічення ґрунту лушпинням соняшника. Розрахунок проведемо за «Методикою визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства», яка встановлена Наказом Міністерства охорони навколишнього середовища та ядерної безпеки України № 171 від 27.10.97.

Згідно з «Методикою ...» значення питомих витрат на ліквідацію наслідків засмічення земельної ділянки дорівнює 0,5; коефіцієнт перерахунку при засмічення земельної ділянки побутовими, промисловими та іншими відходами дорівнює 10; коефіцієнт засмічення земельної ділянки приймаємо 4; коефіцієнт небезпечності речовини для малонебезпечних речовин становить 1; коефіцієнт еколого-господарського значення для земель сільськогосподарського призначення – 1. Нормативна грошова оцінка сільськогосподарських угідь в Харківській області станом на 01.01.2024 становить 33 881,09 грн./га [7]. Величина збитків становить 2 236 151 грн 94 коп.

Використання лушпиння соняшника як енергетичного палива зумовлено його властивостями: вміст вуглецю 40 – 55 %, теплота згоряння 15 – 21 МДж/кг (що співставимо з теплою згоряння бурого вугілля, торфу та дров), низька зольність 2 – 7 % та вміст сірки. Такі характеристики сприяють використанню його для заміни органічного палива в промислових та комунальних котлах. Слід зазначити, що лушпиння є вуглецево нейтральним паливом [3-6]. Наразі, в більшості випадків, утилізація соняшникового лушпиння відбувається шляхом спалювання в неущільненому вигляді або в ущільненому (у вигляді пелет чи брикетів). Після спалювання лушпиння утворюється зольний залишок та летка зола, які потрібно утилізувати. Зола можливо використовувати в якості добрива або складової багатокомпонентного добрива [6].

Таким чином, при видаленні соняшникового лушпиння як відходів шляхом захороненням на полігонах потребує сплати екологічного податку, а шляхом складання у відвали нанесе шкоду, зумовлену засміченням земельних ділянок через порушення природоохоронного законодавства. Даний еколого-

економічний збиток становитиме 2,24 млн. грн. при видаленні 5 % лушпиння, що утворюється в межах Харківської області. Якщо лушпиння соняшника використовувати в якості енергетичного палива, то це знижує вплив на довкілля за рахунок використання вуглецево нейтрального палива та можливості використання його золи як добрива. Проте така утилізація потребує початкових капітальних витрат.

Список використаних джерел

1. Маковецька Ю. М. Аналіз особливостей утворення та поведінки з відходами на сільських територіях. Ефективна економіка. №12. 2015. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4684>
2. Статистичний щорічник України за 2023 рік. За ред. Вернера І. Є. Державна служба статистики України. 2024. 268 с. URL: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/11/year_23_u.pdf
3. Топа О. І., Гапонич Л. С., Голенко І. Л., Кобзар С. Г. Вивчення закономірностей термічного розкладання лушпиння соняшника за умов швидкого нагріву. Енергетика: економіка, технології, екологія. № 3. 2024. С. 170 – 182. DOI: <http://doi10.20535/1813-5420.3.2024.314639>
4. Селіванов С. Є., Кулик М. І. Еколого-економічний аспект утилізації лузги соняшникового насіння. Безпека життєдіяльності на транспорті і виробництві - освіта, наука, практика (SLA-2015): збірник матеріалів II Міжнародної науково-практичної конференції. Херсон: Херсонська державна морська академія, 2015. С. 204 – 208.
5. Дахновська О. В. Шляхи використання соняшникового лушпиння. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Технічні науки. Вінниця. Вип. 11 (2). 2012. С. 156 – 160. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znprvnutn_2012_11%282%29__25
6. Семірненко Ю. І., Бондаренко С. М. Утилізація золи лушпиння соняшника. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів». Вип. 3 (28). 2016. С. 152 – 155. URL: <https://repo.snau.edu.ua/xmlui/handle/123456789/5549>
7. Довідник показників нормативної грошової оцінки сільськогосподарських угідь в Україні. URL: <https://data.gov.ua/dataset/7c0ce9a3-d90d-40d8-815b-879c0caf5cb9>

УДК: 630*26:630*913

**ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ПОГОДНО-КЛІМАТИЧНИХ ФАКТОРІВ,
ПЕРІОДИЧНОСТІ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ
СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ В КОНТЕКСТІ ХРОМАТОГРАФІЧНОГО
СКАНУВАННЯ РІЧНИХ ПРОСТІВ В ЛІСОРОСЛИННИХ УМОВАХ
ПОЛІСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА**

Левченко В. Б., Трофименко П. І., Мачульський Г. М.

waleriy07@ukr.net

*Національний університет «Чернігівський колегіум» ім. Т. Г. Шевченка,
м. Чернігів, Україна.*

Досліджено вплив факторів погоди та змін клімату на радіальний приріст сосни звичайної в умовах Поліського природного заповідника. Встановлено, що вплив температури повітря, кількості опадів, періодичний пірогенний вплив на деревостани сосни звичайної у віці 51-75 років викликають морфологічну депресію пізнього приросту сосни звичайної в умовах Перганського, Копищанського, Селезівського природоохоронних науково-дослідних відділень (ПНДВ) Поліського природного заповідника. Встановлено, що застосування методу радіоспектрометрії у визначенні фізіологічної життєздатності пізнього приросту сосни звичайної є найбільш інформативним у вивченні продуктивності, фізіологічної стійкості деревостанів сосни звичайної до несприятливих погодно-кліматичних факторів, впливу патогенезу кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, періодичної дії локальних лісових пожеж, в тому числі внаслідок застосування країною-агресором ударних БПЛА типу Шахед 131/136, в умовах ПНДВ Поліського природного заповідника.

Ключові слова: *сосна звичайна, Поліський природний заповідник, річний приріст, лісові пожежі, клімат.*

The influence of weather factors and climate change on the radial growth of Scots pine in the conditions of the Polesie Nature Reserve was studied. It was established that the influence of air temperature, precipitation, and periodic pyrogenic effects on Scots pine stands aged 51-75 years cause morphological depression of late growth of Scots pine in the conditions of the Pergan, Kopyshchan, and Seleziv nature conservation research departments (PNDV) of the Polesie Nature Reserve. It has been established that the use of the radiospectrometry method in determining the physiological viability of late growth of Scots pine is the most informative in studying the productivity, physiological resistance of Scots pine stands to adverse weather and climatic factors, the influence of

the pathogenesis of Scots pine root fungus, pine fungus, and the periodic action of local forest fires, including as a result of the use of «Shahed» 131/136 type strike UAVS by the aggressor country, in the conditions of the PNVD of the Polissya Nature Reserve.

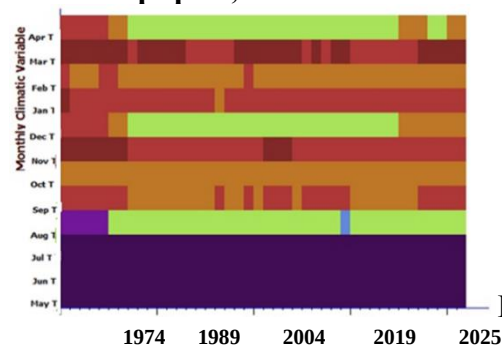
Key words: *scots pine, Polesky nature reserve, annual growth, forest fires, climate.*

Соснові деревостани є досить поширеними у зоні Центрального Полісся України [1]. За даними Регіонального Східноєвропейського Центру моніторингу пожеж (REEFMC), загальна площа пошкоджених лісовими пожежами територій лісокористувань в Житомирській області починаючи з 2020 року складала 38,6 тис. га [2, 3]. Під впливом погодно-кліматичних факторів в останні 15 років на територіях ПНДВ Поліського природного заповідника фіксується поширення патогенних хвороб та шкідників [2]. Це є причинами відпаду соснових деревостанів, накопичення лісових горючих матеріалів, і як наслідок – виникнення та поширення лісових пожеж. [3]. Зважаючи на географічну близькість території Поліського природного заповідника до союзника країни-агресора Республіки Білорусь, відзначаються часті факти як влучань, так й збиття МВГ ЗСУ ударних БПЛА «Шахед» 131/136 з запалювальною бойовою частиною, що в свою чергу теж є факторами пірогенезу.

Закладку пробних площ, визначення лісотаксаційних показників деревостанів проводили відповідно до загальноприйнятих у лісівництві методик [1, 2, 3]. Структуру лісових насаджень за участі сони звичайної за таксаційними показниками визначали шляхом аналізу таксаційної бази «Лісовий фонд України» ВО «Укрдержліспроєкт» станом на 01.01.2022 р. Використовуючи програму дендроіндикації «ARSTAN», за результатами кернового аналізу приростів розраховувалися коефіцієнти кореляції, що описують вплив функції реакції приросту на кліматичні зміни, і пірогенез [2, 3].

Встановлено, що в розрізі хроматографічного аналізу за останні 51-75 років в умовах Перганського та Копищанського ПНДВ Поліського природного заповідника, відзначається тісний взаємозв'язок гідротермічного коефіцієнта (ГТК) з річним приростом сосни звичайної за діаметром (рис. 1, рис. 2).

Річний приріст, мм

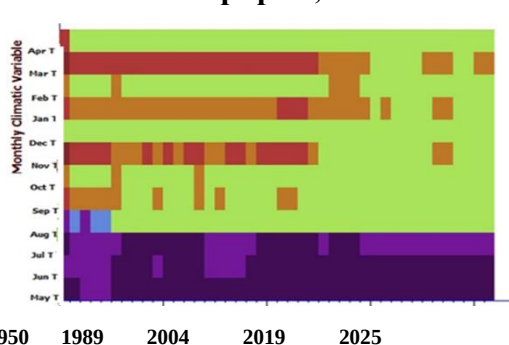


Хроматографічна шкала приросту



Рис. 1. Хроматограма індикації приросту на зміну ГТК за 51 рік в умовах Перганського ПНДВ

Річний приріст, мм



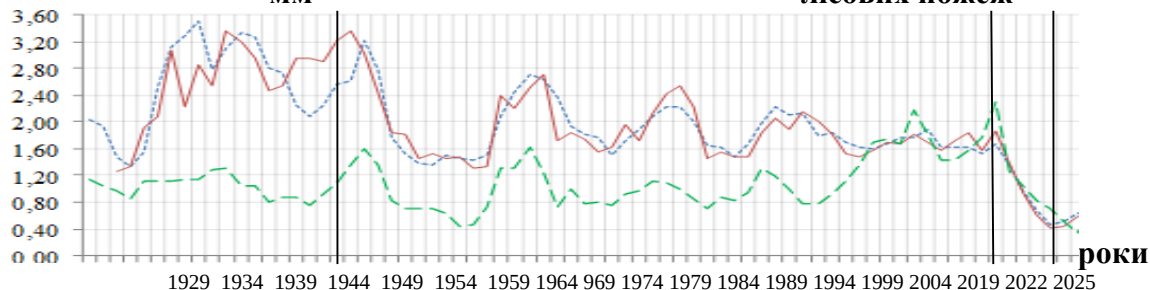
Хроматографічна шкала приросту



Рис. 2. Хроматограма індикації приросту на зміну ГТК за 75 років в умовах Копищанського ПНДВ

Порівняння динаміки річного приросту сосни звичайної на пробних площах, що зазнали впливу лісових пожеж, в тому числі й через влучання (падіння) БПЛА «Шахед» 131/136, з приростом без пірогенного впливу в умовах Копищанського ПНДВ Поліського природного заповідника наведено на рис. 3.

Річний приріст, мм



— без ознак пожежної підсушини; — пожежна підсушина; - клімат

Рис. 3. Дендроіндикація приростів в умовах впливу лісових пожеж Копищанського ПНДВ Поліського природного заповідника.

Список використаних джерел:

1. Ворон В. П., Ткач О. М., Коваль І. М., Сидоренко С. Г. (2017). Зміни радіального приросту в пошкоджені пожежею сосновому деревостані в західному Поліссі. Науковий вісник НЛТУ України. Вип.27(9). С. 56–59. [In Ukrainian].
2. Коваль І. М., Сидоренко С. Г., Невмивака М. О. Післяпірогенний розвиток молодого соснового насадження в Лісостепу. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2018. Вип. 30. С. 123-129. [In Ukrainian].
3. Levchenko V. B., Shulga I. V., Fuchilo Y. D., Karpovych M. S., Romanyuk A. A., Hornovska S. V. Phytopathological monitoring of dangerous outbreaks disease of forest trees with use method of changing radial increments in the conditions of the Polisky nature reserve. DOI 10.26886/2520-7474.1(55)2023.1. Paradigm of knowledge № 1(55), 2023. P. 5-53.

УДК [[631.445.3:631.431.1/.2]:[625.711.7:911.375.635]]:502.175(477.83
22:292.451)

**ВПЛИВ РЕКРЕАЦІЙНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА
МІКРОБІОЛОГІЧНУ АКТИВНІСТЬ ҐРУНТІВ (НА ПРИКЛАДІ
ЕКОЛОГІЧНОЇ СТЕЖКИ «БУЧИНА», НПП «СКОЛІВСЬКІ БЕСКИДИ»)**

Леневич О.І.^{1,2}

Oksanalenevych@gmail.com

*¹Львівський національний університет імені Івана Франка, географічний
факультет, м. Львів, Україна*

²Інститут екології Карпат НАН України, м. Львів, Україна

Проаналізовано вплив рекреаційного навантаження на ґрунтовий покрив екологічної стежки «Бучина». З'ясовано, що внаслідок вито́птування зміни в ґрунтовому профілі фіксуються не тільки у верхньому гумусово-аккумулятивному горизонті, але й у нижчих горизонтах. Загалом, біотична активність зрівняно з контролем зменшилась на 10-12 %. Згідно п'яти бальної шкали деградації природного середовища екологічна стежка відповідає II категорії.

Ключові слова: *рекреаційне навантаження; біотична активність ґрунту; екологічна стежка; НПП «Сколівські Бескиди».*

The article analyzes the impact of recreational load on the soil. It is found that in the initial stages of recreational degradation, soil changes occur. As a result of trampling, the forest litter is destroyed and trampled into the H horizon. Changes in water-physical and physicochemical properties inhibit microbiological activity in the soil. As a result of trampling, microbiological activity, according to the catalase enzyme, decreases by 1.2 times compared to the control. Compared to the control, a slight increase in the H horizon and then a sharp decrease in the Hp horizon were found in terms of microbial biomass. We propose to use the indicator of catalase enzyme activity as an informative indicator in assessing the impact of recreational load on the soil.

Keywords: *recreation influence; soil biotic activity; tourist route, NPP «Skolivski Beskydy».*

Одним із основних завдань національних природних парків є надання рекреаційних послуг з дотриманням природоохоронного режиму. Загально відомо, що надмірне рекреаційне навантаження на ґрунтовий покрив призводить до деградації природного середовища. Якщо розглянути поетапний вплив рекреантів на ґрунтовий покрив, внаслідок вито́птування, то він матиме такий часовий проміжок

[1, 3, 6]: 1) зміна кількісного та видового складу рослинності (для лучних екосистем) або руйнування і втоптування лісової підстилки у верхній гумусово-акумулятивний горизонт (для лісових екосистем), ширина стежки до 1 м – *I-II категорії або стадії рекреаційної дегресії* → 2) втоптування верхнього Н горизонту та вимивання/навивання дрібних часток ґрунту, ширина стежки 2-3 м – *II-IV категорії/стадії* (деградація шляху в значній мірі залежать від крутизни схилу, рекреаційного навантаження та стійкості природних комплексів до цього навантаження) → 3) локальне формування ерозійних процесів на крутих схилах або формування невеликих калюж в пониженнях, ширина стежки до 5 м – *(III-IV категорії/стадії)* → 4) degradaція ґрунтового полотна стежки до породи внаслідок ерозійних процесів або заболочення ділянок з тимчасовим і постійним застоєм води й зміни властивостей ґрунту), ширина стежки ≤ 5 м – *(IV-V категорії/стадії)*. Слід відзначити, що негативний рекреаційний вплив на ґрунтовий покрив ми можемо спостерігати в межах стежок, маршрутів чи туристичних шляхів (лінійний тип рекреаційного навантаження) або ж у місцях коротко- та довготривалого відпочинку, зокрема місця розбиття наметів чи приготування їжі (площинний тип) [3].

Польові дослідження були виконані у 2023 р. на стежці «Бучина», що прокладена в межах Сколівського лісництва НПП «Сколівські Бескиди» на схилі північно-східної експозиції крутістю 5–15° у межах висот 500–550 м н.р.м., загальною протяжністю 1,8 км. Ширина стежки – 0,70–1,30 м, паралельні стежки відсутні, експлуатується упродовж тривалого часу. Лісова підстилка наявна на 95 % шляху, і тільки на окремих його ділянках з крутістю понад 15° фрагментарно відсутня. Загалом, перерозподіл лісової підстилки спостерігається у межах основної стежки та її узбіччя. Візуально поверхня ґрунту не пошкоджена і тільки в місцях, де лісова підстилка відсутня, ґрунт ущільнений. Деревний покрив обабіч екологічної стежки формують ялиця біла (*Abies alba* Mill.), бук лісовий (*Fagus sylvatica* L.), ялина європейська (*Picea abies* (L.) Karst.) та явір (*Acer pseudoplatanus* L.). Вік деревостанів 60 років, однак трапляються поодинокі дерева ялиці білої віком понад 160 років, діаметром 1 м та висотою до 40 м, повнота 0,60. Підріст представлений лісотвірними породами займає площу до 10–20 %. Підлісок формує ліщина звичайна (*Corylus*

avellana L.). Чагарничкове вкриття зосереджене поблизу стежки (ожина лісова (*Rubus hirtus* Waldst. et Ness), малини (*Rubus idaeus* L.). Трав'яний покрив розвинутий слабо [5].

Дослідження були проведені на стежці за окремими параметрами лісової підстилки та гумусово-акумулятивного горизонту в польових та лабораторних умовах (Інституту екології Карпат НАН України та навчально-науковій лабораторії аналізу ґрунтів і природних вод, кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів Львівського національного університету імені Івана Франка). Відбір зразків ґрунту здійснювали за горизонтами в межах ґрунтового профілю глибиною 30 см. В лабораторних умовах було проведено дослідження мікробіологічної активності (каталази, уреазі, мікробної біомаси) за загально прийнятими методиками у 3-х повторності [2].

За результатами проведених досліджень встановлено, що активність ферменту каталази для бурих гірсько-лісових ґрунтів у Н горизонті потужністю 0-10 см становить $1,5 \text{ см}^3 \text{ O}_2$ на 1 г ґрунту за 1 хв і поступово вниз по профілю зменшується приблизно у 1,3 рази. Для горизонту Н_р (потужністю 10-30 см) активність ферменту каталаза становила $1,2 \text{ см}^3 \text{ O}_2$ на 1 г ґрунту за 1 хв. Схожу закономірність було простежено за ферментом уреазі, у верхньому горизонті він становив 17,83, а у Н_р горизонті – 14,32 мг $\text{NH}_4 \cdot \text{г}^{-1}$. Однак, внаслідок рекреаційного навантаження мікробіологічна активність зменшилась приблизно у 1,2 рази зрівняно з непорушеною ділянкою. Зокрема, показники мікробної біомаси на стежці становили $349,54 \text{ мкг} \cdot \text{г}^{-1}$, що були навіть дещо більшими ніж на контролі ($268,3 \text{ мкг} \cdot \text{г}^{-1}$) [4], однак з глибиною різко зменшились до $63,17\text{-}54,74 \text{ мкг} \cdot \text{г}^{-1}$. Ми припускаємо, що такі показники могли бути зумовлені наявністю на стежці подрібненої та втоптаной у Н горизонт лісової підстилки, а різке зниження по профілю погіршенням водно-фізичних властивостей ґрунту [5]. Це також пояснює зменшення ферменту каталази з $1,3 \text{ см}^3 \text{ O}_2$ на 1 г ґрунту за 1 хв для Н горизонту до 0,9 у Н_р. Зменшення у двічі активності уреазі на стежці може свідчити про незадовільні фізико-хімічні властивості, бурого гірсько-лісового ґрунту.

За результатами проведених досліджень встановлено, що наявність лісової

підстилки на стежці «нівелює» негативний рекреаційний вплив на верхні горизонти ґрунту. Однак, зміни які відбуваються на глибині 11-20 см підтверджують негативний рекреаційний вплив. Лабораторні дослідження вказують, що з глибиною мікробіологічна активність зменшується на двох дослідних ділянках (контроль та стежка), проте на стежці ці показники були, ще 10-12 % меншими ніж на контролі. Встановлено, що екологічна стежка «Бучина» відповідає II категорія рекреаційної дегресії та класифікується « як шлях не змінений», що узгоджується з лабораторними дослідженнями за мікробіологічною активністю ґрунту, зокрема активністю ферменту каталази.

Список використаних джерел:

1. Брусак В.П., Леневи́ч О.І. Індикатори стану природних комплексів в умовах рекреаційного навантаження (на прикладі національних парків Карпатський та “Сколівські Бескиди”) // Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій. – 2020. Вип. 1 (11). – С. 294–310 DOI: <http://dx.doi.org/10.30970/gpc.2020.1.3215>.
2. Голубець М.А. Концептуальні засади сталого розвитку гірського регіону / М.А. Голубець, П.С. Гнатів, М.П. Козловський і ін. / За ред. М.А. Голубця. – Львів.: “Поллі”. – 2007. – 288 с.
3. Леневи́ч О. І. Вплив рекреаційного навантаження на властивості ґрунтів лісових екосистем НПП “Сколівські Бескиди” (Українські Карпати) / О. І. Леневи́ч. Автореф. дис. канд. біол. наук. – Львів, 2017. – 20 с.
4. Леневи́ч О.І. , Марискевич О.Г. , Шпаківська І.М. Оцінка впливу лінійної форми рекреації на властивості бурих гірсько-лісових ґрунтів (на прикладі НПП «Сколівські Бескиди», Українські Карпати // Наукові записки Державного Природознавчого музею. – Львів, 2020. – Вип. 36. С. 61-68. DOI : <http://dx.doi.org/10.36885/nzdpm.2020.36.59-68>
5. Леневи́ч О.І. Деградація ґрунтів внаслідок рекреаційного навантаження (на прикладі екологічної стежки "Бучина" в НПП "Сколівські Бескиди") // Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат та прилеглих територій. Матеріали XIV науково-практичного семінару за міжнародної участі, присвяченого пам'яті Заслуженого професора Львівського національного університету імені Івана Франка Ярослава Кравчука. 12–15 вересня 2024 року. 2024. –С. 99-104.
6. Prędkie R. Ocena zniszczeń środowiska przyrodniczego Bieszczadzkiego Parku Narodowego w obrębie pieszych szlaków turystycznych w latach 1995-1999 – porównanie wyników monitoringu / R. Prędkie // Roczniki Bieszczadzkie. – 1999. – № 8. – S. 343–352.

УДК: 502.75:502.131.1]:711.4

ДО ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БІОІНВАЗІЙ НА ЕКОСИСТЕМНІ ФУНКЦІЇ ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТА

Леонов А. Л., Максименко Н. В.,

greenandyellow245@gmail.com , maksymenko@karazin.ua

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

Розглядається досвід вивчення проблеми впливу інвазивних видів рослинності на виконання урбоекосистемами своїх екологічних функцій. Виявлені наукові роботи, що є дотичними до цієї теми.

Ключові слова: біологічні інвазії, урболандшафт, екосистема, функції, дослідження, трофічні взаємодії.

The experience of studying the problem of the impact of invasive vegetation species on the fulfillment of ecological functions by urban ecosystems is considered. The scientific works related to this topic are identified.

Keywords: biological invasions, urban landscape, ecosystem, functions, research, trophic interactions.

Урбанізація є одним із ключових факторів трансформації природних екосистем, створюючи нові екологічні ніші для інвазійних видів. Проникнення та закріплення чужорідних організмів у міських екосистемах призводить до змін у структурі та функціонуванні локальних біоценозів, впливає на продукування біомаси, стабільність трофічних мереж і здатність екосистем надавати регулюючі та культурні послуги. Незважаючи на значну кількість робіт щодо біологічних інвазій, недостатньо дослідженим залишається аспект їхнього впливу саме на екосистемні функції в умовах урбанізованих ландшафтів, де поєднуються природні й антропогенні фактори.

Інвазійні види в урбанізованих екосистемах змінюють трофічні взаємодії та знижують стійкість аборигенних угруповань, що призводить до трансформації екосистемних функцій.

Дослідження інвазійних видів активно ведеться у світовій науці. Зокрема, Richardson et al. (2000) та Pyšek et al. (2020) аналізували глобальні тенденції поширення інвазійних рослин і тварин та їхній вплив на біорізноманіття. У європейських містах, зокрема за даними Kowarik (2011), урбанізовані території виступають «гарячими точками» біологічних інвазій.

В Україні дослідження інвазій проводили Писанець (2014), Протасов (2017), але більшість робіт зосереджені на поширенні окремих видів та їхньому впливі на природні або агроєкосистеми. Водночас системні дослідження екосистемних функцій у міських біоценозах під впливом інвазійних видів залишаються обмеженими.

Таким чином, невирішеним аспектом є виявлення конкретних механізмів зміни функціональних груп, трофічних взаємодій і регуляторних властивостей урбоекосистем у присутності інвазійних видів.

Список використаних джерел

1. Richardson D.M., et al. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. [DIVERSITY AND DISTRIBUTIONS](#), 6(2), 93–107.
2. Pyšek P., et al. (2020). Scientists' warning on invasive alien species. [BIOLOGICAL REVIEWS](#), 95(6), 1511–1534.
3. Kowarik I. (2011). Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation. [ENVIRONMENTAL POLLUTION](#), 159(8–9), 1974–1983.
4. Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and Human Well-being: Synthesis.
5. Протасов А.А. (2017). Біологічні інвазії в Україні: сучасний стан і тенденції. [ГІДРОБІОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ](#), 53(4), 3–16.

УДК 502/504

**ДО ПРОБЛЕМИ НЕУЗГОДЖЕНОСТІ СТАТИСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ
ПРО ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНИЙ ФОНД
(на прикладі Івано-Франківської області)**

Максименко Н. В. Пархоменко О. О.

parkhomenko2021.9512126@student.karazin.ua

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

У статті розглянуто проблему неузгодженості статистичних даних щодо природно-заповідного фонду Івано-Франківської області. На основі порівняння відомостей з різних джерел інформації виявлено розбіжності у кількості об'єктів і площах ПЗФ, що імовірно свідчить про відсутність єдиної системи обліку та актуалізації інформації. Наголошено на важливості створення уніфікованої бази даних, яка б забезпечувала достовірність і порівнянність екологічної статистики. Отримані результати можуть бути використані для удосконалення управління заповідною мережею регіону.

Ключові слова: *природно-заповідний фонд, статистика, управління.*

The article analyzes the problem of inconsistency in statistical data on the nature reserve fund of the Ivano-Frankivsk region. Based on a comparison of information from various sources, discrepancies were found in the number of objects and areas of the nature reserve fund, which probably indicates the absence of a unified system for recording and updating information. The importance of creating a unified database that would ensure the reliability and comparability of environmental statistics is emphasized. The results obtained can be used to improve the management of the region's nature reserved areas network.

Keywords: *nature reserve fund, statistics, management.*

Оцінка діяльності державних органів, що мають відношення до природно-заповідного фонду, зазвичай здійснюється за статистичною звітністю, серед якої важливе значення має ступінь заповідності адміністративних одиниць (наприклад, областей). Для її визначення використовується інформація про кількість об'єктів ПЗФ та площа цих об'єктів. Враховуючи невирішеність проблеми збільшення показника заповідності в Україні, в статистиці дуже

важливим є, навіть, мінімальне коливання показника. У той же час, більш детальний аналіз існуючих звітів та наукових публікацій виявив ряд проблем, на які автори пропонують акцентувати увагу. В доповіді як приклад, представлено аналіз інформаційного забезпечення ПЗФ Івано-Франківської області.

Фактичні підрахунки площі ПЗФ Івано-Франківської області, проведені на основі інформації з відкритого джерела [2], показали сумарну площу 219 763,08 га, що дещо відрізняється від зазначених 218 800 га у наукових публікаціях [3] або 222382,5 га за даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України [1].

Загальна кількість об'єктів, визначена під час ручного опрацювання інформації з відкритого джерела (444) [2], не збігається з даними інших джерел [1,3], які наводять цифру 474 або 560 територій та об'єктів. Узагальнення інформації дало змогу виявити відхилення, що свідчить про необхідність періодичного уточнення баз даних про природно-заповідний фонд.

Порівняльний аналіз даних з різних джерел є важливим для забезпечення достовірності інформації про стан ПЗФ, планування природоохоронної діяльності та оцінки ефективності екологічної політики регіону. Відсутність єдиного достовірного джерела інформації про площі та кількість об'єктів ПЗФ призводить до появи різних показників у різних офіційних і наукових публікаціях.

Неузгодженість інформації ускладнює моніторинг і планування розвитку ПЗФ, а також може впливати на оцінку природоохоронної ефективності регіону.

Список використаних джерел

1. Інформаційно-аналітичні матеріали Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України URL: <https://wownature.in.ua/wp-content/uploads/2021/05/Dovidka-PZF-2020-V3.0-.pdf>
2. Проект “Природа України”. Розділ “Природно-заповідний фонд України”. Автор: Андрій Грачов. URL: <https://pzf.land.kiev.ua/pzf-obl-9.html>
3. Сухорська О.П., Мацуська О. В. Аналіз стану природно-заповідного фонду Івано-Франківської області. URL: <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2018/3/29.pdf>

УДК 502:72; 630*907.1(477.83)

**ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ ВОДНО-БОЛОТНОГО УГІДДЯ МІЖНАРОДНОГО
ЗНАЧЕННЯ «ВЕРХОВЕ БОЛОТО НАДСЯННЯ»
(УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)**

*Марискевич О.Г.^{1,2}, Геряк Ю.М.^{1,2}, Гірна А.Я.¹, Данилюк К.М.³,
Демчишин Н.Б.², Казибрід І.А.², Пижик І.С.¹, Рагуліна М.Є.³,
Шнаківська І.М.^{1,2}*

maryskevych@ukr.net, boikivshchuna@ukr.net

¹*Інститут екології Карпат НАН України, м. Львів, Україна,*
²*Національний природний парк «Бойківщина», смт Бориня, Україна,*
³*Державний природознавчий музей НАН України, м. Львів, Україна*

В публікації наведено результати інвентаризації водно-болотного угіддя міжнародного значення «Верхове болото Надсяння», яке розташоване на території національного природного парку «Бойківщина» в межах міжнародного резервату біосфери «Східні Карпати». Порівняно з першим етапом інвентаризації, який був проведений в 2011 р., дослідження в 2024 - 2025 рр. охопили набагато ширший спектр характеристик: окрім повторного обліку живих і сухостійних дерев, підросту в межах постійної трансекти та видового складу вищих судинних рослин, було встановлено видовий склад мохоподібних, мікобіоти, безхребетних (комахи та павуки), а також вміст органічної речовини й зольність у верхньому шарі торфовища.

Ключові слова: водно-болотне угіддя, інвентаризація, моніторинг, біорізноманіття, верхове болото «Надсяння», Українські Карпати.

The publication presents the results of inventory the Wetland of International Importance “Nadsiannia Raised Bog”, located in the territory of the Boykivshchyna National Nature Park within the International Biosphere Reserve “Eastern Carpathians”. Compared to the first stage of inventory, which was conducted in 2011, the research in 2024-2025 covered a much wider range of characteristics: in addition to the re-counting of living and dead trees, young growth within the permanent transect and the species composition of higher vascular plants, the species composition of bryophytes, mycobiota, invertebrate species (insects and spiders) was established, as well as the organic matter and ash contents in the upper layer of the peat bog.

Keywords: wetland, inventory, monitoring, biodiversity, Nadsiania Raised Bog, Ukrainian Carpathians

Оліготрофіне верхове болото «Надсяння» (українська частина міжнародного резервату біосфери «Східні Карпати», НПП «Бойківщина», Самбірський район Львівської області) з 2019 р. є одним із 8 водно-болотних угідь міжнародного значення в Українських Карпатах та єдиним об'єктом такого рівня в Львівській області. Унікальність цього болота, що локалізоване на висоті 595 м н.р.м. в межах низької надзапальної тераси р. Сян на схилі г. Балита (Вододільно-Верховинська область Українських Карпат), зумовлена практично цілковитою відсутністю антропогенного впливу впродовж понад двох століть, доказом чого є його постійна площа й конфігурація на картах території Верхнього Надсяння починаючи з 1779 р. [1].

З огляду на те, що існує нагальна потреба щодо інвентаризації, оцінки та моніторингу водно-болотних угідь міжнародного значення як інструментів їх збереження, що включає збирання та/або узагальнення основної інформації щодо основних компонентів угіддя, включаючи формування інформаційної бази для конкретних заходів з оцінки та моніторингу [2], протягом 2024-2025 рр. на території верхового болота «Надсяння» було проведено збір базової інформації за програмою III рівня інвентаризації, що включав закладку трансекти площею 0,25 га (25 квадратів площею 100 м²) для підрахунку кількості живих та сухостійних дерев та підросту, визначення біотичної складової (видовий склад вищих судинних рослин, мохоподібних, грибів, комах та павуків), окремих фізико-хімічних показників торфової товщі.

Назва угруповання в межах трансекти - формація шейхеріцеєво-сфагнова (*Scheuchzerieto (palustris) – Sphagneta*). Загальна кількість живих і сухостійних дерев та підросту, представлених ялиною звичайною, березою пониклою та сосною звичайною, становила, відповідно, 355, 85 та 300 штук. Порівняно з 2011 р. кількість живих дерев зросла втричі [1]. В рослинному покриві виявлено 14 видів вищих судинних рослин, серед яких переважають типово болотні види -

водянка чорна, пухівка піхвова, андромеда багатоліста, лохина та багно. Моховий покрив сформований 21 видом з перевагою представників роду *Sphagnum*. На трансекті виявлено 4 види макроміцетів, серед яких один вид (галерина сфагнова) є типовим для оліготрофних торфовищ.

Загалом, список безхребетних на верховому болоті «Надсяння» станом на початок 2025 р. включав 142 види, серед яких найбільш численними були представники класів Комахи (114 видів) та Павукоподібні (28 видів). Серед виявлених видів ентомо- та арахнофауни 12 видів трапляються виключно в межах цього об'єкту. Загальний вміст органічної речовини та зольність 0-20 см шару болота в межах трансекти відповідно становили $97,69 \pm 0,61\%$ та $2,31 \pm 0,61\%$, що відповідає характеристикам оліготрофних сфагнових боліт.

Отримані матеріали будуть використані для визначення екологічного стану водно-болотного угіддя в умовах кліматичних змін.

Список використаних джерел

1. Марискевич О.Г., Шпаківська І.М., Кагало О.О. та ін. Започаткування наукового моніторингу верхового болота “Надсяння” (міжнародний резерват біосфери “Східні Карпати”, Україна). Природа Карпат. 2016. № 1, С.84-94.
2. Методичні рекомендації з організації інвентаризації, оцінки, моніторингу водно-болотного угіддя міжнародного значення та складання інформаційного опису /За заг. ред. В. Демченка та О. Петрович. Херсон: «ОЛДІ-ПЛЮС». 2020, 228 с. URL: <file:///D:/BOSS/Downloads/handbook.pdf> (дата доступу 30.09.2025 р.)

УДК: 504

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ХЛОРИДНОГО ТА НІТРАТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПРИТОК СІВЕРСЬКОГО ДІНЦЯ

Некос А. Н., Хадускіна К. В.

nekos@karazin.ua, kateryna.khaduskina@student.karazin.ua

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

У статті наведені результати дослідження якості води у 2024 та 2025 рр. у притоках р. Сіверський Донець – річок Казенний Торець та Кривий Торець. Перевищень ГДК за нітритами за 2024 та 2025 р. не визначено. За нітратами спостерігається перевищення 1,9 – 3,6 рази у 2024, у 2025 перевищень не зафіксовано. За хлоридами у 2024 та 2025 роках перевищення у 4-8 разів та 3-9 разів відповідно. Зважаючи на значні перевищення хлоридів використання таких вод не рекомендуються через можливий негативний вплив на здоров'я людини.

Ключові слова: *нітрати, нітрити, важкі метали, хлориди, Казенний Торець, Кривий Торець, якість води.*

The article presents the results of a study of water quality in 2024 and 2025 in the tributaries of the Siverskyi Donets River - the Kazennyi Torets and Kryvyi Torets rivers. No exceedances of the MPC for nitrites were determined in 2024 and 2025. For nitrates, an exceedance of 1.9–3.6 times was observed in 2024, and no exceedances were recorded in 2025. For chlorides, the exceedances in 2024 and 2025 were 4–8 times and 3–9 times, respectively. Given the significant exceedances of chlorides, the use of such waters is not recommended due to the possible negative impact on human health.

Keywords: *nitrates, heavy metals, chlorides, Kazennyi Torets, Kryvyi Torets, samples, water quality.*

З початку війни на сході України і до сьогодні проблема доступу та моніторингу поточного стану поверхневих вод набуває все більшої актуальності та значущості. На території регіонів, які знаходяться під постійним впливом війни, функціонування моніторингових постів є обмеженим або зовсім не можливим. З огляду на це, аналіз динаміки стану поверхневих вод проводиться частково, або не здійснюється зовсім. З огляду на ступінь цієї проблеми, об'єктом дослідження було обрано притоки річки Сіверський Донець. Для східних регіонів України річка та її притоки мають значення як джерело, з якого місцевим

населенням здійснюється водокористування. Дослідження проводились на притоках р. Сіверський Донець - річці Казенний Торець (її права притока) та річці Кривий Торець (притока річки Казенний Торець) у межах міста Дружківка Донецької області. З цією метою влітку 2024 та 2025 років було відібрано 10 проб поверхневих води з обох річок. Лабораторний аналіз було проведено за 8 показниками у пробах води. Хіміко-аналітичні дослідження виконувалися у навчально-дослідній лабораторії аналітичних екологічних досліджень навчально-наукового інституту екології, зеленої енергетики та сталого розвитку Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Виявлені показників аналізувалися у відповідності до «Гігієнічних нормативів...» [1].

У пробах води з двох річок визначався вміст нітратів і нітритів. У всіх пробах за 2024 та 2025 роки концентрації нітритів не перевищують нормативи. Результати лабораторних аналізів демонструють, що концентрації нітратів у 2024 році перевищували норматив у 1,9-3,6 рази, а у 2025 році концентрації нітратів були в межах нормативу. Концентрації хлоридів у п'яти пробах у 2024 році при порівнянні з нормативними значеннями показують перевищення у 4-8 разів. Результатів досліджень концентрацій хлоридів у воді у 2025 році показали перевищення нормативів у 3-9 разів. Аналізи проб води із двох річок на наявність важких металів (Zn, Cu, Mn, Cd, Cr⁶⁺) не зафіксували перевищень нормативів у 2024 та 2025рр.

Перевищення концентрацій нітратів та хлоридів, які виявлені у пробах води з двох річок у 2024 році, можна пояснити поверхневим стоком з території міста та прилеглих сільськогоспудідь. У пробах води за 2025 відсутність перевищень нітратів пояснюється зниженням інтенсивності внесення нітратовмісних добрив на прилеглих сільгоспудіддях. Високі концентрації хлоридів заперечують використання цих вод, враховуючи можливий негативний вплив на здоров'я населення (отруєння та інтоксикації).

Список використаних джерел

1. Гігієнічні нормативи якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення: Міністерство охорони здоров'я України 02 травня 2022 року № 721

УДК 502/504

ОЦІНКА ІНДЕКСУ ІНСУЛЯРИЗОВАНОСТІ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ ЧОРТКІВСЬКОГО АДМІНІСТРАТИВНОГО РАЙОНУ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Новицька С.Р., Янковська Л.В., Писаревич І.Г.

ekosvit76@ukr.net, lubayank@gmail.com, pisarevicivanna@gmail.com

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира

Гнатюка, Тернопіль, Україна

У статті здійснено оцінку індексу інсуляризованості природно-заповідного фонду Чортківського адміністративного району Тернопільської області із врахуванням площі природно-заповідних територій, їхньої щільності, наявності транспортних коридорів та антропогенного навантаження. Аналіз індексу інсуляризованості природно-заповідного фонду Чортківського району Тернопільської області виявив найвищий рівень фрагментованості природно-заповідного фонду серед адміністративних районів області, що пов'язано з дрібністю об'єктів та високою щільністю аграрного землекористування.

Ключові слова: *природно-заповідні території, інсуляризованість, біорізноманіття, охорона природи.*

An assessment of the insularity index of the nature reserve fund of the Chortkiv administrative district of Ternopil region was carried out, taking into account the area of nature reserve territories, their density, the presence of transport corridors, and anthropogenic load. A high level of fragmentation of the nature reserve fund was revealed, which is associated with the small size of nature conservation objects and a high proportion of agricultural land use.

Keywords: *nature reserve territories, insularity, biodiversity, nature conservation.*

Природно-заповідний фонд (ПЗФ) відіграє ключову роль у збереженні біорізноманіття, підтриманні екологічної рівноваги, формуванні сприятливих умов для існування рідкісних та зникаючих видів флори і фауни. В умовах зростаючого антропогенного навантаження та фрагментації природних екосистем особливого значення набуває вивчення індексів інсуляризованості природоохоронних територій. Індекс інсуляризованості (ІІ) визначає ступінь ізольованості природних ділянок і є важливим показником, що дозволяє оцінити

екологічну якість мережі ПЗФ.

Територія Тернопільської області охоплює різні природні зони, але характеризується здебільшого аграрним типом використання земель, що зумовлює досить високу фрагментованість природних територій. Після проведення адміністративно-територіальної реформи в 2020 році область було поділено на три укрупнені райони — Тернопільський, Кременецький і Чортківський.

Інсуляризованість природно-заповідного фонду — це процес ізоляції природних територій унаслідок урбанізації, розвитку транспортної мережі та іншої антропогенної діяльності. Рівень ізолюваності окремих природоохоронних територій можна оцінити за допомогою індексів інсуляризованості, які відображають ступінь фрагментації та ізоляції територій від інших природних масивів. Зазвичай найвищі показники ізоляції спостерігаються в районах з високим рівнем урбанізації та інтенсивним використанням земель, тоді як природні території у віддалених районах характеризуються більш низькою інсуляризованістю.

Виявлення рівня інсуляризованості у Чортківському районі Тернопільській області здійснено із врахуванням площі природно-заповідних територій, їхньої щільності, наявності транспортних коридорів та антропогенного навантаження. Вибірка включала центральні райони міста Тернополя та прилеглі сільські території, де вимірювались показники ізоляції та фрагментації природних масивів.

Розташований у південній частині області, Чортківський район поєднує як природні, так і сільськогосподарські зони. Хоча на його території розміщено багато об'єктів ПЗФ (≈ 200), переважна більшість з них є малими за площею[3].

Значна частина природно-заповідних територій — це ентомологічні, ландшафтні та гідрологічні заказники місцевого значення. Об'єкти часто розірвані між собою, розміщені без чіткого планування або системної логіки екологічного зв'язку[1].

Середній розмір об'єкта становить менше 10 га, що є критичним з огляду на

ефективність охорони та біоекологічну роль. До того ж території, де розміщені об'єкти, зазнають інтенсивного землекористування, зокрема аграрного.

З урахуванням вище зазначеного, індекс інсуляризованості в Чортківському районі становить 0,68–0,75, що вказує на один із найвищих рівнів фрагментованості серед трьох адміністративних районів Тернопільської області (в Кременецькому районі він становить – 0,40 -0,50, в Тернопільському районі – 0,62 – 0,70).

Аналіз індексу інсуляризованості природно-заповідного фонду Чортківського району Тернопільської області виявив найвищий рівень фрагментованості природно-заповідного фонду, що пов'язано з дрібністю об'єктів та високою щільністю аграрного землекористування.

Для покращення ситуації рекомендується[4]: створення екологічних коридорів між об'єктами ПЗФ; укрупнення наявних об'єктів; підвищення охоронного статусу територій з високим природним потенціалом; запровадження ГІС-моніторингу та планування мережі ПЗФ із урахуванням індексу інсуляризованості.

Список використаних джерел:

1. Управління екології та природних ресурсів Тернопільської обласної державної адміністрації. Описові характеристики природно-заповідного фонду Тернопільської області. Тернопіль, 2023.
2. Тернопедія. Природно-заповідний фонд Тернопільської області: статистика 2022 року. URL: <https://ternopedia.te.ua>.
3. Державна служба статистики України. Екологічний паспорт Тернопільської області за 2022 рік. Київ, 2023.
4. Національна академія наук України. Природно-заповідний фонд України: сучасний стан та перспективи розвитку. Київ: НАН, 2019.
5. Атлас природно-заповідного фонду України. Київ: Картографія, 2020.
6. Інститут географії НАН України. ГІС-аналітика для природоохоронного планування. Київ, 2021.
7. Адміністративно-територіальний устрій та демографічні показники Тернопільської області. URL: https://www.researchgate.net/figure/Placement-of-the-population-of-Ternopil-oblast_fig1_370359209

УДК 551.524.3

СЕЗОННІ ЗМІНИ У ФОРМУВАННІ ОСТРОВУ ТЕПЛА НА ПРИКЛАДІ М. ЧУГУЇВ

Паршуков Г. Д., Гречко А. А.

a.a.hrechko@karazin.ua, parshukov2021.9512124@student.karazin.ua

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

У роботі розглянуто сезонні особливості формування ефекту міського острова тепла (МОТ) на прикладі малого міста Чугуїв Харківської області. Дослідження виконано на основі поєднання польових тепловізійних вимірювань і дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) із використанням супутникових даних Landsat 8. Виявлено просторово-сезонну неоднорідність температурного поля міста та залежність прояву ефекту МОТ від структури земного покриття. Найвищі температури спостерігаються на промислових і забудованих територіях, тоді як зелені насадження забезпечують охолоджувальний ефект. Запропоновано рекомендації щодо оптимізації зеленої інфраструктури міста як інструменту зменшення інтенсивності ефекту міського острова тепла та підвищення кліматичної стійкості урбанізованого простору.

Ключові слова: *міський острів тепла, Чугуїв, сезонні зміни, дистанційне зондування, зелена інфраструктура, урбанізація, мікроклімат.*

The study examines the seasonal characteristics of the urban heat island (UHI) effect using the example of the small city of Chuhuiv in the Kharkiv region. The research is based on a combination of field thermal imaging measurements and remote sensing (RS) using Landsat 8 satellite data. The spatial and seasonal heterogeneity of the city's temperature field and the dependence of the UHI effect on the structure of land cover were identified. The highest temperatures are observed in industrial and densely built-up areas, while green spaces provide a significant cooling effect. Recommendations are proposed for optimizing the city's green infrastructure as a tool to reduce the intensity of the urban heat island effect and enhance the climatic resilience of the urban environment.

Keywords: *urban heat island, Chuhuiv, seasonal changes, remote sensing, green infrastructure, urbanization, microclimate.*

У сучасних умовах глобальних кліматичних змін і стрімкої урбанізації проблема перегріву міського середовища набуває особливого значення. Формування міського острова тепла є одним із найхарактерніших проявів

антропогенного впливу на мікроклімат, що зумовлює підвищення температури повітря в межах міста порівняно з навколишньою місцевістю (рис. 1) [1; 2].



Рис.1. Ефект МОТ на прикладі будинку, при температурі повітря 3°C

Це явище негативно впливає на здоров'я населення, підвищує ризик теплового стресу, сприяє збільшенню енергоспоживання та посилює локальні прояви кліматичних змін [3]. Для великих урбанізованих центрів така проблема добре досліджена, тоді як для малих міст, які мають обмежені ресурси для впровадження кліматичних рішень, питання сезонної динаміки ефекту міського острова тепла залишається відкритим. Місто Чугуїв є типовим прикладом малого міста східної України, де поєднуються ділянки щільної забудови, транспортної інфраструктури та фрагментована зелена система, що створює передумови для утворення локальних теплових аномалій [5; 6].

Метою дослідження стало визначення особливостей прояву ефекту міського острова тепла в межах міста Чугуїв у різні сезони року та розроблення практичних рекомендацій для його пом'якшення за рахунок впровадження елементів зеленої інфраструктури. Для досягнення мети застосовано поєднання польових і дистанційних методів. Польові вимірювання проводилися у березні 2025 року за допомогою портативного тепловізора Uni-T Pro UTi260A, що дозволило зафіксувати температурні контрасти між природними та штучними поверхнями. Дистанційне дослідження здійснювалося на основі супутникових знімків Landsat 8 (канал TIRS 10), отриманих у липні 2024 року, які були

оброблені в програмному середовищі ArcGIS Desktop за методикою Геологічної служби США (USGS) [4].

Результати польових вимірювань (рис. 2) засвідчили наявність значних температурних відмінностей між окремими типами покриттів. Температура поверхні трав'яного покриву у Центральному міському парку становила $+4,3^{\circ}\text{C}$, тоді як на плиткових і асфальтних ділянках сягала $+10,2^{\circ}\text{C}$, а на відкритому ґрунті — до $+11,8^{\circ}\text{C}$. Це свідчить про вагомий вплив зелених насаджень на стабілізацію мікроклімату та вирівнювання температурного фону території [5].

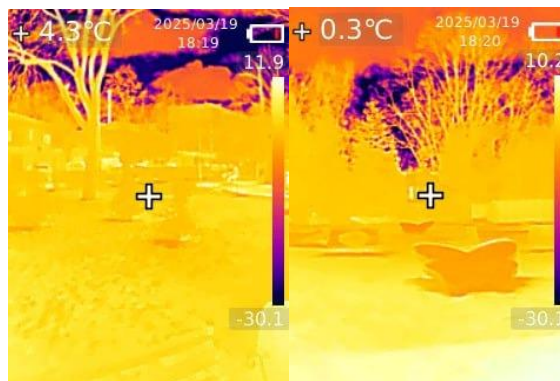


Рис. 2. Температурні знімки центрального міського парку

Отримані дистанційні дані (рис. 3) підтвердили цю тенденцію. Температура поверхні в межах міста коливалася в діапазоні $26\text{--}46^{\circ}\text{C}$, причому найвищі показники зафіксовано на промислових майданчиках і територіях із щільною забудовою, а найнижчі — у лісових масивах і парках. Зокрема, у районі заводу паливної апаратури спостерігалось підвищення температури до $42\text{--}46^{\circ}\text{C}$, тоді як у зелених зонах показники не перевищували 28°C .

Таким чином, різниця між урбанізованими та озелениними ділянками у літній період сягала $10\text{--}15^{\circ}\text{C}$, що підтверджує наявність чітко вираженого теплового острова [4].

Сезонний аналіз показав, що інтенсивність прояву ефекту МОТ істотно змінюється протягом року [2; 3]. У зимовий період спостерігається менша амплітуда температур через відсутність активної сонячної радіації, однак роль антропогенних джерел тепла (опалення, транспорт, промисловість) зростає. Навесні та влітку ефект міського острова тепла значно посилюється, що пов'язано зі зменшенням вологості повітря, інтенсивним нагріванням поверхонь

і слабким розвитком процесів випаровування [1]. Ці сезонні зміни доводять, що формування теплового балансу міського середовища є результатом взаємодії природних і антропогенних факторів, де особливу роль відіграє стан зеленої інфраструктури [6].

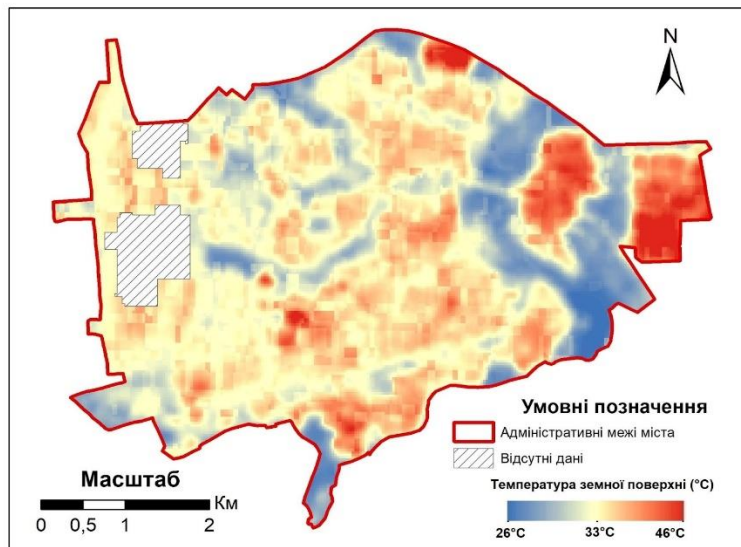


Рис.3. Результати обстеження ефекту МОТ даними ДЗЗ у м. Чугуїв

На основі отриманих результатів розроблено практичні рекомендації щодо зниження ефекту міського острову тепла в м. Чугуїв. До найефективніших заходів належить збільшення площі озелених територій до 20 % від загальної площі міста, створення зелених дахів та вертикального озеленення (рис. 4), використання світловідбивних будівельних матеріалів, а також формування зелених коридорів уздовж транспортних артерій для покращення вентиляції міського простору [5; 6].

Реалізація таких заходів у Чугуєві дозволить не лише зменшити теплове навантаження, а й покращити якість життя мешканців, забезпечити енергозбереження та підвищити кліматичну стійкість міста.

Таким чином, результати проведеного дослідження підтвердили існування ефекту міського острову тепла в межах малого міста Чугуїв і довели його сезонну мінливість. Найбільший вплив на формування теплового поля мають тип покриття, щільність забудови та частка зелених насаджень.

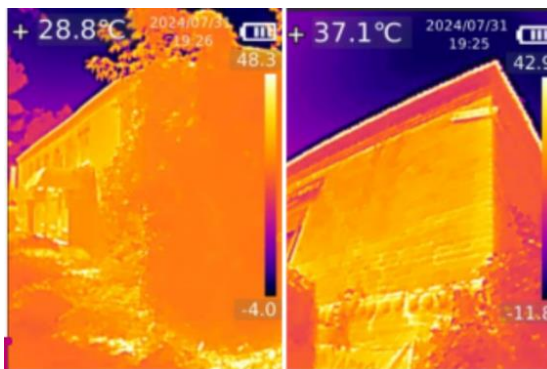


Рис.4. Ефект від впровадження ЗІ (обстеження в м. Чугуїв липень 2024 року)

Впровадження зеленої інфраструктури розглядається як стратегічний напрям адаптації малих міст до змін клімату, який поєднує екологічні, економічні та соціальні переваги [3]. Подальші дослідження доцільно спрямувати на кількісну оцінку сезонної динаміки МОТ із використанням супутникових даних різних сезонів і на розроблення інтегрованої системи управління тепловим комфортом урбанізованих територій.

Список використаних джерел

1. Kim S. W., Brown R. D. Urban heat island (UHI) intensity and magnitude estimations: A systematic literature review. *Science of The Total Environment*. 2021. Vol. 779. P. 146389.
2. Jabbar H. K., Hamoodi M. N., Al-Hameedawi A. N. Urban heat islands: a review of contributing factors, effects and data. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2023. Vol. 1129.
3. Deilami K., Kamruzzaman M., Liu Y. Urban heat island effect: A systematic review of spatio-temporal factors, data, methods, and mitigation measures. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 2018. Vol. 67. P. 30–42.
4. Zhou D. et al. Satellite Remote Sensing of Surface Urban Heat Islands: Progress, Challenges, and Perspectives. *Remote Sensing*. 2019. Vol. 11(1). P. 48.
5. Паршуков Г. Д., Гречко А. А. Проблематика утворення міського острова тепла у малих містах. *Актуальні проблеми формальної і неформальної освіти з моніторингу довкілля та заповідної справи*. – Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2025. – 123 с.
6. Паршуков Г. Д., Некос А. Н. Покращення відеоекологічної ситуації внаслідок відновлення зелено-блакитної інфраструктури малого міста Чугуїв. *The 2nd International Scientific Conference “Excellence in Science: Implementing Innovative Solutions into Practice”*. – Харків, 2024. – 71 с.

УДК 504

ВЕРТИКАЛЬНЕ ОЗЕЛЕНЕННЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ ЯК СУЧАСНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ ГУСТОЗАБУДОВАНИХ РАЙОНІВ (НА ПРИКЛАДІ САЛТІВСЬКОГО РАЙОНУ)

Радченко Д. Р., Гречко А. А.

a.a.hrechko@karazin.ua, daria.radchenko@student.karazin.ua

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

У статті розглянуто концепцію вертикального озеленення як сучасний напрям екологізації міського середовища. Проаналізовано основні технологічні рішення, типи конструкцій і принципи добору рослин залежно від орієнтації фасадів. Визначено екологічні, естетичні та енергозберігальні переваги впровадження зелених фасадів у житловій забудові. Окрему увагу приділено питанням догляду, застосуванню гідропонних систем та особливостям вітчизняної практики вертикального озеленення. Підкреслено потребу в розширенні цього напрямку в українських містах з урахуванням економічних і організаційних чинників.

Ключові слова: *вертикальне озеленення, зелені фасади, міське середовище, сталий розвиток.*

The article examines the concept of vertical greening as a modern approach to the ecological improvement of the urban environment. The main technological solutions, types of structures, and principles for selecting plants depending on the orientation of building façades are analyzed. The ecological, aesthetic, and energy-saving advantages of implementing green façades in residential areas are identified. Special attention is paid to maintenance issues, the use of hydroponic systems, and the specifics of domestic practices of vertical greening. The need to expand this approach in Ukrainian cities, considering economic and organizational factors, is emphasized.

Keywords: *vertical greening, green façades, urban environment, hydroponics, sustainable development.*

В густонаселених районах Харкова, таких як Салтівка, можна побачити зменшення внутрішньої мікрорайонних зелених просторів. Дослідження показує, що на місцях зелених насаджень поступово почали з'являтися багатоповерхова житлова забудова, гаражі та місця для паркування. Наприклад, у 521 мікрорайоні площа озеленення скоротилась з 60% до 53%

(рис.1). На 1 особу площа озеленення зменшилась з 16,4 м²/ос. до 13,3 м²/ос. Ці зміни призводять до погіршення мікроклімату, роздроблення зелених територій і зменшення легкого доступ до рекреаційних зон [1].

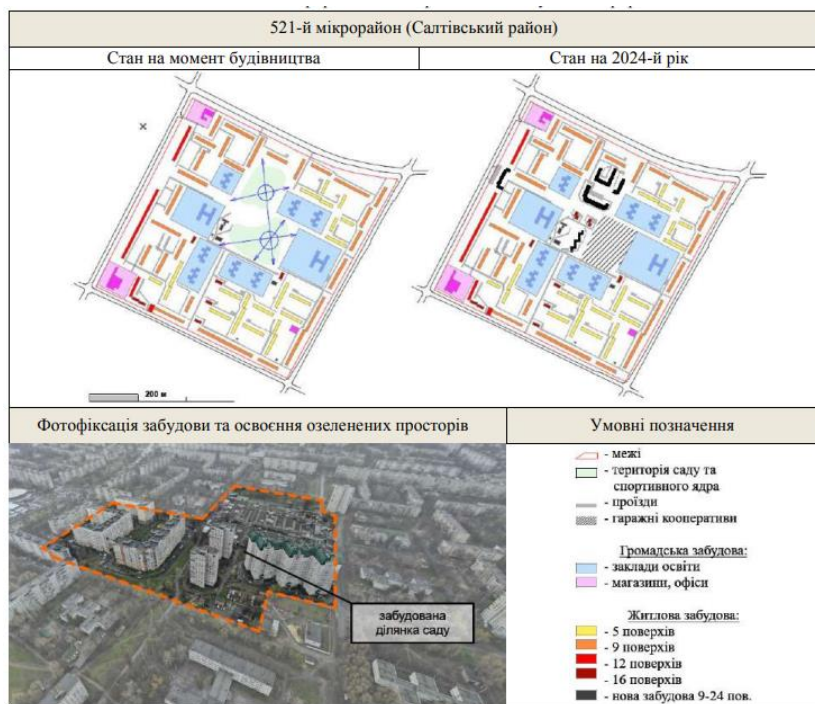


Рис. 1. Забудова 521-мікрорайону [1]

Вертикальне озеленення фасадів житлових будинків розглядається як ефективний спосіб підвищення екологічної якості середовища в щільно забудованих районах, де відчувається нестача зелених насаджень. Такий підхід дозволяє збільшити площу зелених зон без розширення території, поліпшити мікроклімат, зменшити температуру повітря, запиленість і рівень шуму. Технологічна база вертикального озеленення включає використання фітостін, зелених фасадів, витких рослин, пергол, арок, підвісних контейнерів і модульних садів. Вони поєднують екологічні, енергетичні та архітектурно-декоративні переваги. Застосування систем гідропоніки, краплинного поливу, біомінеральних добрив і легких конструкцій робить можливим закріплення рослин без додаткового навантаження на стіни будівель і з мінімальними витратами на догляд [2].

Вибір видів для вертикального озеленення фасадів залежить від орієнтації стін за сторонами світу. Так, північні фасади підходять для плюща, дівчого

винограду, хеномелісу; південні — для жимолості, троянд, клематису; східні — для гортензії, настурції, дівочого винограду; західні — для гліцинії, магнолії, пасифлори. Для аркових і пергольних конструкцій доцільно використовувати декоративні ліани, клематиси й троянди, тоді як для озеленення дерев часто висаджують виноград або гортензію. Рослини найкраще розвиваються у родючому, слабокислому ґрунті; на невеликих ділянках бажано добирати види, подібні за декоративними характеристиками, щоб досягти гармонійного вигляду композиції. Ампельні культури — петунія, лобелія, настурція — додають яскравості, а різнорівневе розміщення рослин забезпечує безперервне цвітіння протягом усього сезону [3].

Вертикальне озеленення передбачає використання рослин на фасадах і вертикальних елементах для покращення естетики, екологічних параметрів і функціональності міського простору. Ступінь озеленення може бути повною або частковою, залежно від архітектурного рішення будівлі. Застосовують різні системи — живі огорожі, арки, контейнери, підвісні кашпо, перголи, вертикальні клумби, фітостіни, модульні та гідропонні конструкції. Особливо поширеними є ампельні види, стійкі до сонця, вітру й короткочасної посухи.

Виткі рослини обирають залежно від механізму прикріплення: за допомогою повітряних коренів, листових черешків або обплітання стеблами. Їх висаджують у модульні конструкції, трельяжі, на фасадах або перголах, створюючи декоративні вертикальні та горизонтальні композиції, які візуально структурують простір і маскують архітектурні недоліки.

Окремий напрям — озеленення дахів, яке поділяють на інтенсивне (створення садів із деревами, квітниками, доріжками, водоймами) та екстенсивне (зелені покрівлі з невибагливих багаторічників, переважно очитків). Для укріплення схилів застосовують тераси, габіони чи георешітки, що одночасно виконують протиерозійну функцію. Сучасні технології включають тривимірні інсталяції типу Green Art, фітостіни та модульні гідропонні системи, які забезпечують автоматичне зволоження й живлення рослин без використання ґрунту.

В українських містах вертикальне озеленення поки перебуває на етапі становлення, однак спостерігається поступове зростання інтересу до нього. На балконах і прибудинкових територіях усе частіше можна побачити ліани — актинідію, плющ, виноград, кампсис, жимолость, ломиніс тощо. Основними агротехнічними вимогами при цьому є вибір надійних опор, правильне формування пагонів і створення сприятливих умов для росту рослин і збереження їх декоративності [2].

Незважаючи на численні екологічні та естетичні переваги, масове впровадження вертикального озеленення житлових будинків в Україні стримується економічними чинниками, нестачею фінансування, низькою обізнаністю населення та необхідністю підтримки з боку органів влади й забудовників [4].

Список використаних джерел

1. Гришина В. С., Коптева Г. Л. Розвиток мікрорайонного озеленення в Україні: виклики та перспективи. *Комунальне господарство міст*. 2024. Вип. 3 (184). С. 71-80. URL: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2024-3-184-71-80>.
2. Ратушний М.М. Аналіз вертикального озеленення та рекомендації до його удосконалення в правобережній частині м. Дніпро : магістер. дипломна робота:201, Агрономія / Ратушний Михайло Миколайович; наук. керівник Бессонова В.П. ; Дніпровський держ. аграрно-економічний ун-т, Агрономічний ф-т, Каф.садово-паркового господарства .- Дніпро, 2020. - 78 с. - Режим доступу:<http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/4270>
3. Підбір рослин і квітів для вертикального озеленення. *sad.ukr.bio*. URL: <https://sad.ukr.bio/ua/articles/8550/> (дата звернення: 20.10.2025).
4. Гречко А. А. Досвід та переваги застосування зелених дахів як елементу зеленої інфраструктури. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна Серія «Екологія»*, 2022, Випуск 26. С. 32-42. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2022-26-03>

УДК 504.4:628.1(477)

ПІДХОДИ ДО РЕГІОНАЛЬНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ У СУЧАСНИХ УМОВАХ

Ричак Н.Л., Макєєва Д.С.

rychak@karazin.ua, makieieva2021.9685818@student.karazin.ua

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

м. Харків, Україна

У статті розглянуто сучасні підходи до регіонального менеджменту водними ресурсами, зокрема басейновий, інтегрований та екосистемний, що становлять основу ефективної системи управління водокористуванням у контексті сталого розвитку. Визначено, що в сучасних умовах інтегрований підхід передбачає посиленої уваги до екологічної складової у змісті документів територіального розвитку. Поєднання усіх підходів надасть можливість сформувати ефективну модель регіонального водного менеджменту.

Ключові слова: *регіональний екологічний менеджмент, басейновий підхід, інтегрований підхід, екосистемний підхід, Сіверський Дінець*

The article discusses modern approaches to regional water resource management, in particular basin, integrated, and ecosystem approaches, which form the basis of an effective water use management system in the context of sustainable development. It is determined that in modern conditions, an integrated approach requires increased attention to the environmental component in the content of territorial development documents. The combination of all approaches will make it possible to form an effective model of regional water management.

Keywords: *regional environmental management, basin approach, integrated approach, ecosystem approach, Siverskyi Donets*

Сучасні виклики, зумовлені природно-кліматичними змінами, трансформацією антропогенного навантаження та наслідками воєнної агресії, актуалізують необхідність поглибленого аналізу та удосконалення підходів до регіонального менеджменту водними ресурсами. Існуючі методи водокористування, основою яких слугували галузеві або адміністративні принципи, поступилися місцевим, екосистемним та басейновими підходами, що

забезпечують оптимальне використання водних ресурсів.

Басейн Сіверського Дінця завжди був особливим викликом для водного господарства України. Це маловодний регіон, де забезпеченість водою втричі менша за середньоукраїнські показники. Проте, сьогоденні виклики – наслідки повномасштабної російської агресії, завдають непоправної шкоди довкіллю та водним ресурсам регіону. Тому головним завданням залишається визначити шляхи відновлення та забезпечення стійкості цієї надзвичайно важливої екологічної системи. Питання відновлення Сіверського Дінця розглядається в контексті євроінтеграційних зобов'язань України [1].

Одним із ключових напрямів сучасного регіонального менеджменту водними ресурсами є басейновий підхід. Він базується на принципі управління водокористування у межах природних меж річкового басейну. При складанні програм регіонального менеджменту враховуються природні процеси формування та руху води, взаємозв'язки між поверхневими й підземними водами, вплив антропогенної діяльності на стан водних екосистем [2]. На сьогоднішній день, на Сіверський Дінець має вплив ведення бойових дій поруч, це є причиною додаткового екологічного навантаження на її басейн. На сьогоднішній день, р. Сіверський Дінець стала справжнім форпостом оборони на сході держави й може стати відправною точкою відновлення для постраждалого від війни регіону [3]. Особлива увага приділяється малим річкам, серед яких: Берека, Чепіль, Бишкін, Гомільша, Мжа, Тетлега та Велика Бабка у межах цілісної гідрологічної системи Сіверського Дінця.

У сучасних умовах потребує ширшого застосування інтегрований підхід для досягнення цілей регіонального екологічного менеджменту за басейновим принципом. Інтегрований підхід поєднує екологічні, соціальні та управлінські аспекти їх використання, дає змогу оцінити вплив сільського господарства, промисловості на стан малих річок, передбачає участь місцевої громад у розробці і втіленні програм відновлення малих річок. Підхід сприяє досягненню цілей відтворення водних екосистем, передбачає облік усіх видів водних ресурсів, інтереси усіх водокористувачів, залучає усі заінтересовані сторони в

процеси прийняття рішень. У цьому підході поєднуються різні рівні управління – від локального до державного та охоплює весь цикл менеджменту від планування та розподілу водних ресурсів до контролю за їх якістю. Проте, інформація, статистична обробка якої може слугувати реальним інструментом впливу, є недостатньою для підготовки екологічних регіональних програм та прийняття управлінських рішень.

Заключним етапом регіонального менеджменту водними ресурсами виступає екосистемний підхід. Підхід розглядає «воду» як невід’ємний елемент екосистеми, що забезпечує життєдіяльність біоти та стабільність ландшафтів. На відміну від інших моделей управління, екосистемний підхід, в першу чергу, спрямований на збереження природних процесів, які підтримують водний баланс і якість води. Впровадження цього підходу в Україні узгоджується з положенням Конвенції про біологічне різноманіття та Рамкової водної директиви ЄС.

Отже, сучасний регіональний менеджмент водними ресурсами ґрунтується на поєднанні басейнового, інтегрованого та екосистемного підходів, які доповнюють один одного та формують цілісну систему управління водними ресурсами на принципах сталого розвитку. Застосування басейнового підходу забезпечує територіальну цілісність управління у межах природних гідрологічних систем; активніше впровадження інтегрованого підходу узгоджує економічні інтереси водокористувачів; екосистемний підхід гарантує збереження природних процесів і біорізноманіття водних екосистем.

Список використаних джерел

1. Сіверський Донець: стійкість до викликів, перспективи та шляхи відновлення. Сіверсько-Донецьке басейнове управління водних ресурсів. URL: <https://sdbuvr.gov.ua/news/siverskyy-donets-stiykist-do-vyklykiv-perspektyvy-ta-shlyakhy-vidnovlennya> (дата звернення 10.10.2025)
2. Мельничук В., Проців Г. Настанова з управління басейнами малих річок – приток річки Дністер: Методологічний посібник: скорочена версія. Кишинів: Есо-TIRAS, 2020. 14с.
3. Форум водної стійкості: від українських реалій до європейських стандартів. Сіверсько-Донецьке басейнове управління водних ресурсів. URL: <https://sdbuvr.gov.ua/> (дата звернення 10.10. 2025)

УДК 332

ЗМІНИ В СТРУКТУРІ ПОСІВНИХ ПЛОЩ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Рябікова В.В., Максименко Н. В.

riabikova2021.9712894@student.karazin.ua

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

Проаналізовано зміни в структурі посівних площ Полтавської області, що ймовірно викликані глобальним потеплінням. Особливу увагу приділено порівнянню статистичних даних за початок 2000-х та сучасні роки (2024-2025), що дозволило виявити тенденції зміни посівних площ основних сільськогосподарських культур у регіоні. Розглянуто вплив кліматичних змін на оптимальний вибір культур та адаптацію аграрного сектору області.

Ключові слова: *глобальне потепління, посівні площі, Полтавська область, зернові культури, соняшник, кліматичні зміни, сільське господарство, адаптація.*

Analyzes changes in the structure of sown areas of the Poltava region likely caused by global warming. Particular attention is paid to the comparison of statistical data for the early 2000s and modern years (2024-2025), which made it possible to identify trends in changes in the sown areas of the main crops in the region. The impact of climate change on the optimal choice of crops and adaptation of the agricultural sector of the region is considered.

Keywords: *global warming, sown areas, Poltava region, grain crops, sunflower, climate change, agriculture, adaptation.*

Для аналізу змін у структурі посівних площ Полтавської області в умовах глобального потепління було використано порівняльний підхід, заснований на даних статистичних щорічників за найдавший від сьогоднішнього рік та сучасні показники [1, 4]. Такий метод дозволяє виявити не лише загальні тенденції зміни площ під окремими сільськогосподарськими культурами, а й зрозуміти вплив кліматичних змін на аграрний сектор регіону. Глобальне потепління, яке протягом останніх десятиліть призвело до підвищення середньорічної температури у Полтавській області, спричинило подовження безморозного періоду, збільшення кількості посушливих днів та температурних стресів. Це безпосередньо впливає на врожайність культур і змушує аграріїв обирати більш

стійкі до нових умов сільськогосподарські рослини [2].

Зокрема, зернові та зернобобові культури, традиційно основні для посівів Полтавщини, за останній час зазнали певного скорочення посівних площ, що пов'язано з підвищенням ризиків посухи і теплових навантажень. Натомість площі, відведені під соняшник, який має вищу стійкість до спеки і дефіциту вологи, зросли. Аналогічна тенденція проявилася щодо адаптованих до нових кліматичних умов гібридів кукурудзи. Площі під цукровим буряком і картоплею, які чутливі до кліматичних змін, знизилися приблизно на 15-20%, що підкреслює адаптацію посівної структури до поширення теплового стресу [3, 5].

Важливо також звернути увагу на перерозподіл у культурі плодових та ягідних насаджень, площі яких зменшилися через зсув температурних зон і потребу у менш морозостійких сортах. Однак застосування сучасних агротехнологій та точного землеробства сприяє підвищенню врожайності, компенсуючи частково скорочення площ [2].

Загалом спостерігається системний перегляд аграрної практики: фермери адаптують селекцію сортів і технології, збільшуючи частку стійких до посухи культур. Ці зміни свідчать про те, що глобальне потепління суттєво вплинуло на структуру посівних площ Полтавської області, зменшуючи площі менш стійких культур і розширюючи посіви культур, більш адаптованих до нових кліматичних умов. Це має ключове значення для планування майбутнього сільського господарства області і формування відповідної стратегії [2].

За даними Державної служби статистики України, у 2000 році площа зернових та зернобобових культур становила близько 850 тис. га, тоді як у 2024-2025 роках ця цифра знизилася до близько 557 тис. га. Площі соняшника за цей період збільшилися з 120 тис. га до 384,4 тис. га, а площі сої - до 286,2 тис. га. Площа під цукровим буряком скоротилася до 27,1 тис. га, картоплею - до 18 тис. га, а площі плодових і ягідних культур зменшилися на 20% порівняно з 2000 роком. Застосування інтенсивних технологій дозволяє підвищувати врожайність, компенсуючи вплив кліматичних негативних факторів [1, 4].

Таким чином, динаміка посівних площ у Полтавській області відображає

процес адаптації сільського господарства до викликів глобального потепління, що є надзвичайно важливим для сталого розвитку агросектора [2].

Список використаних джерел :

1. Статистичний щорічник Полтавської області 2024 : статистичний збірник. Київ : Держстат, 2024.
URL: https://pl.ukrstat.gov.ua/main/stat_info/sg/arx/arx_sg19/arx_2024/titul_2024.htm (дата звернення: 25.10.2025).
2. IEF. Звіт по Україні: сільське господарство та кліматичні зміни. 2024.
URL: <https://ief.org.ua/files/library/903/ukraine-report-output-i-ua.pdf> (дата звернення: 25.10.2025).
3. UkrStat. Офіційні дані по Україні. 2024.
URL: <https://www.facebook.com/Ukrstat/posts/1224566544982787> (дата звернення: 25.10.2025).
4. Головне управління статистики у Полтавській області. Офіційні дані за 2025 рік. 2025.
URL: <https://www.facebook.com/plt.gus/posts/1083235000649341> (дата звернення: 25.10.2025).
5. AgroStats. Статистика сільського господарства України. 2025.
URL: <https://agrostats.uhmi.org.ua> (дата звернення: 25.10.2025).

УДК 633.511

ЕКОЛОГІЧНІ УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ БАВОВНИКУ У ПІВДЕННОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

Сонько С.П., Бугайова Н. Ю.

sp.sonko@gmail.com, Bugajova@gmail.com

Уманський національний університет, м. Умань, Україна

Досліджено екологічні умови вирощування бавовнику в Південному Степу України, зокрема на Одещині. Встановлено, що клімат регіону сприятливий завдяки високій інсоляції та тривалому безморозному періоду, однак дефіцит опадів вимагає застосування зрошення. Найвищу врожайність отримано в прибережних районах.

Ключові слова: бавовник, Південний Степ, Одещина, клімат, зрошення, врожайність.

The ecological conditions for cotton cultivation in the Southern Steppe of Ukraine, particularly in the Odesa region, were studied. The regional climate is favorable due to high solar radiation and a long frost-free period, but low precipitation requires irrigation. The highest yields were recorded in coastal areas.

Keywords: cotton, Southern Steppe, Odesa region, climate, irrigation, yield.

Південний Степ України охоплює території Херсонської, Миколаївської, Запорізької та частково Одеської областей. Цей регіон відзначається специфічними кліматичними та ґрунтовими умовами, які визначають придатність сільськогосподарських культур до вирощування. Бавовник, як культура теплолюбна та вологозалежна, потребує для свого розвитку особливих екологічних умов, частина з яких наявна у цьому регіоні.

Клімат Південного Степу помірно континентальний із жарким і посушливим літом. Середньорічна температура становить +9...+11 °С, у літні місяці температура повітря часто перевищує +30 °С, що є сприятливим для росту бавовнику. Тривалість безморозного періоду — 170–200 днів, що забезпечує достатній вегетаційний період для культури, яка розвивається протягом 130–160 діб. У регіоні спостерігається висока інсоляція: понад 2600 годин сонячного сяйва на рік, що позитивно впливає на фотосинтез і накопичення біомаси

рослинами.

Разом з тим, головною проблемою з точки зору екології є водозабезпечення. Середньорічна кількість опадів у Південному Степу становить усього 300–450 мм, причому основна частина з них припадає на осінньо-весняний період. Улітку, коли бавовник перебуває у фазі активного росту, опади часто відсутні або є мінімальними, що призводить до ґрунтової посухи. Тому зрошення є критичним елементом агротехніки бавовнику в цьому регіоні.

Ґрунти Південного Степу — переважно темно-каштанові та південні чорноземи, які мають середній рівень родючості. Вміст гумусу зазвичай становить 2,5–4%, рН ґрунтового розчину — нейтральний або слабколужний. Такі ґрунти здатні забезпечувати добрий розвиток кореневої системи за умови достатньої кількості вологи. Водночас на значній площі регіону поширені солонцюваті та засолені ґрунти, які негативно впливають на проростання насіння та ранній ріст бавовнику, оскільки культура досить чутлива до підвищеного вмісту солей, особливо натрію.

Вітрові режими Південного Степу також мають значення: часті суховії можуть призводити до пересихання поверхневого шару ґрунту та викликати зниження вологості повітря, що негативно впливає на рослини в період бутонізації та формування коробочок. Тому агротехнічні заходи мають включати мульчування, розпушування ґрунту та захист від вітрової ерозії.

Також варто враховувати фітосанітарну ситуацію. У степових умовах активно розвиваються бур'яни, які конкурують з бавовником за вологу та елементи живлення. Серед найпоширеніших — амброзія полинолиста, щириця, мишій, лобода. Їх присутність потребує застосування системного міжрядного обробітку та екологічно обґрунтованого використання гербіцидів.

Таким чином, екологічні умови Південного Степу України в цілому можуть забезпечити вирощування бавовнику, але лише за умови дотримання адаптованої агротехніки. Основними умовами успіху є: використання зрошення, вибір посухостійких сортів, захист від бур'янів і постійний моніторинг стану

ґрунтів. Перспективи вирощування бавовнику в цьому регіоні зростають на тлі кліматичних змін і потреби в альтернативних культурах для текстильної та олійної промисловості.

Експериментальні ділянки були закладені на півдні Одещини, де природно-кліматичні умови є найбільш наближеними до посушливих районів Середньої Азії. Середня річна температура повітря в регіоні становить $+10,5...+11,5$ °С, кількість безморозних днів — понад 160, річна сума опадів — 300–450 мм. Типовими ґрунтами є південні чорноземи та каштанові ґрунти.

Бавовняник висівався у травні після встановлення стабільної температури повітря понад $+14$ °С. (рис.1). Сходи з'являлися на 8–10 день. Вегетаційний період тривав 120–140 днів. Рослина потребувала 2–3 поливів протягом сезону. За результатами досліджень, врожайність склала 2–3 т/га сирцю при зрошенні.



Рис. 1. Дослідна рослина бавовнику на Одещині

Метою дослідження було — вивчення екологічних умов вирощування бавовнянику в південних степах України, зокрема в умовах польових досліджень на території Одещини. Польові дослідження проводилися на трьох дослідних ділянках, розташованих у межах різних агрокліматичних мікрозон Одеської області (рис.2). Це дозволило виявити просторову неоднорідність умов

вирощування бавовнику та оцінити адаптаційну здатність культури до місцевих екологічних факторів. Усі ділянки мали однакову сівозміну, сорти та дату посіву. Спостереження проводились за такими параметрами: температура ґрунту й повітря, вологість, тип ґрунтів, швидкість розвитку рослин, бур'янова засміченість та фітосанітарний стан.

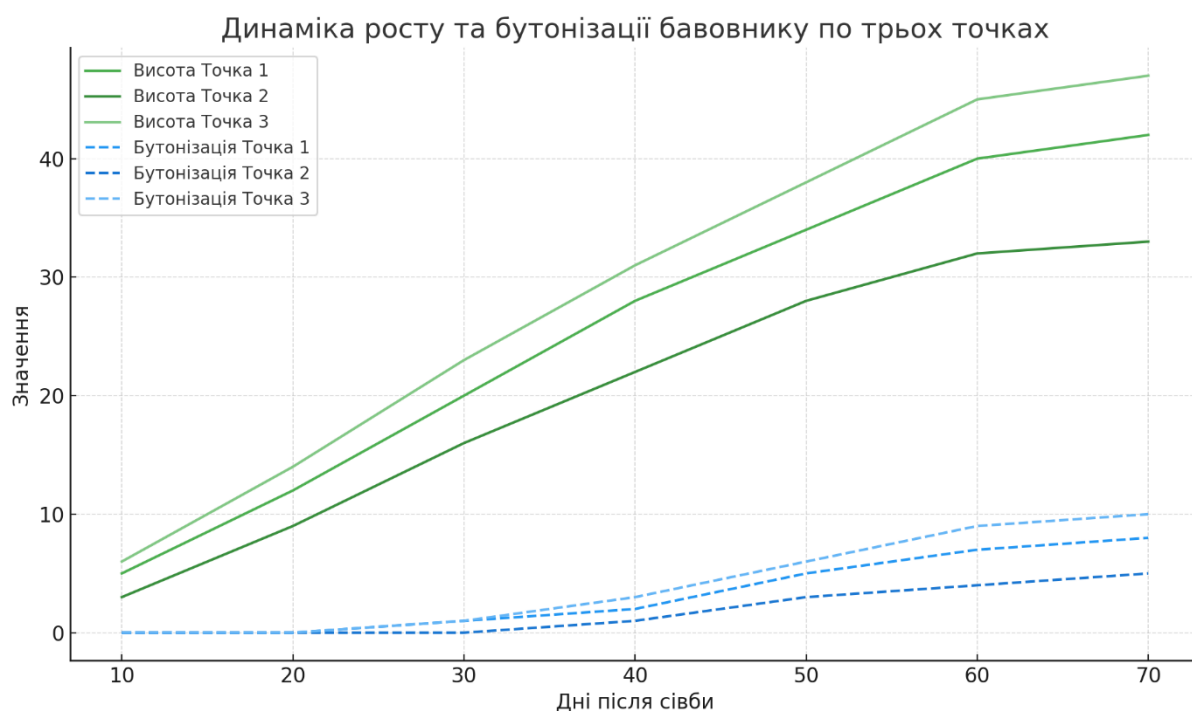
Точка №1 — с. Велика Михайлівка (центральна частина Одещини). Ця ділянка знаходиться у зоні типових південних чорноземів з легкосуглинковою структурою. Середньодобова температура в період дослідження становила +26 °С, опади були незначними — лише 32 мм протягом червня. Зрошення проводилось двічі. Рослини бавовнику проросли на 8-й день після сівби. У фазі бутонізації (на 55-й день) рослини сягали 38–40 см заввишки. Фенологічний розвиток відбувався рівномірно. Бур'янова засміченість — низька, переважали щиріця звичайна (*Amaranthus retroflexus*) та мишій сизий (*Setaria glauca*), однак після міжрядної обробки ситуація була стабілізована. Умови на цій точці можна вважати помірно сприятливими для вирощування бавовнику за наявності зрошення. Ознак хлорозу, опіків чи загального пригнічення не виявлено.

Точка №2 — смт Тарутине (південний захід області, наближено до Бессарабії). Ця точка розташована в регіоні з легкими супіщаними ґрунтами, схильними до пересихання. Кількість опадів у червні становила лише 18 мм. Температури були вищими, ніж у середньому по області — до +32 °С у денний час. Зрошення застосовувалось тричі, з крапельною системою. Сходи з'явилися на 11-й день, ріст відбувався уповільнено. У фазі 6–7 листків (на 40-й день) відзначалося пожовтіння країв листків — симптоми нестачі вологи. Формування бутонів почалося із затримкою, на 70–72 день. На цій точці зафіксовано підвищену засоленість ґрунтів (визначено за наявністю полину гіркого та плям солей на поверхні), а також сильну бур'янову засміченість: амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiiflora*), лобода біла (*Chenopodium album*). Частково рослини були пригнічені, коробочки формувались менше за розміром.

Точка №3 — околиці м. Білгород-Дністровський (південне узбережжя). Ця точка відзначається сприятливими умовами — морський вплив послаблює

перепади температур, рівень опадів вищий (до 47 мм у червні), а ґрунти — середньосуглинкові з хорошим водоутриманням. Температура в денний час не перевищувала +29 °С. Зрошення проводилось один раз, оскільки природної вологи було достатньо.

Сходи були дружні, на 6-й день після посіву. На 45-й день рослини досягли висоти 42–45 см. Бутонізація спостерігалась із 58-го дня. Урожайний потенціал виявився найвищим серед усіх точок. Загальний фітосанітарний стан задовільний, бур'яни незначні — траплялись злинка канадська (*Erigeron canadensis*) та грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris*).



Цю ділянку можна вважати найперспективнішою для подальших експериментів — природні умови тут наближені до мінімальних вимог бавовнику без необхідності активного зрошення.

ОЦІНКА СТУПЕНЮ ЗАВЕРШЕНОСТІ ПРИДОРОЖНІХ ЕКОСИСТЕМ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Сонько С. П., Розколодько І. С.

sp.sonko@gmail.com, Rozkolodko@gmail.com

Уманський національний університет, м. Умань, Україна

У роботі розглянуто придорожні екосистеми головних автомагістралей Черкаської області в контексті концепції ноосферних екосистем професора С.П. Сонька. На основі моніторингу природно-географічних, антропогенних і біоекологічних показників виконано районування території за ступенем завершеності формування інфраекосистем. Використано метод пелюсткових діаграм для мінімізації суб'єктивності аналізу. Виділено п'ять районів із різним рівнем розвитку екосистемних відносин, серед яких найрозвиненішими виявилися Уманський та Черкаський осередково-ядерні райони.

Ключові слова: *інфраекосистеми, придорожні екосистеми, районування, рудеральна рослинність, Черкаська область, ноосферна концепція.*

The study analyzes roadside ecosystems along major highways of the Cherkasy region within the framework of Professor S.P. Sonko's concept of noospheric ecosystems. Based on monitoring of natural-geographical, anthropogenic, and bioecological indicators, the region was zoned according to the degree of development of infraecosystems. The petal diagram method was used to reduce subjectivity in assessment. Five zones with varying levels of ecosystem formation were identified, with the Uman and Cherkasy core areas showing the most advanced development.

Keywords: *infraecosystems, roadside ecosystems, zoning, ruderal vegetation, Cherkasy region, noospheric concept.*

Згідно концепції ноосферних екосистем професора С.П. Сонька придорожні екосистеми ми рахуємо інфраекосистемами (від «інфраструктура») [2]. Використані нами параметри моніторингу складових інфраекосистем головних автотрас Черкаської області (Київ-Одеса (автошлях М 05) та Вінниця-Умань (автошлях М 12)) можуть бути використані для районування за умови їхнього поєднання у логічно сформовані групи-фактори. Зокрема, ми усі вихідні параметри поєднали у наступні групи факторів:

- Природно-географічний фактор: геолокація (географічні координати), температура та вологість повітря, природний радіаційний фон;
- Ступінь антропогенного впливу: рівень шуму, запиленість, деякі геохімічні показники, близькість (або віддаленість) дорожнього полотна від сільгоспугідь;
- Ступінь прояву екосистемних відносин: кількість видів рослин та їх повторюваність, наявність інвазійних видів, та тих які є індикаторними до засолення та перезволоження, наявність видів, що входять до Національного каталогу біотопів України [1], значення індексу Менхініка (видового різноманіття).

Виходячи з переліку головних груп факторів, головним показником районування буде ступінь завершеності формування придорожніх екосистем. Нажаль ми не знайшли математичного виразу цього показника, тому його розмірність визначили вербально:

високий ступінь завершеності формування придорожніх екосистем;
середній ступінь завершеності формування придорожніх екосистем; *низький ступінь* завершеності формування придорожніх екосистем; *початковий ступінь* завершеності формування придорожніх екосистем.

Головні результати районування відображені на карті (рис.1)

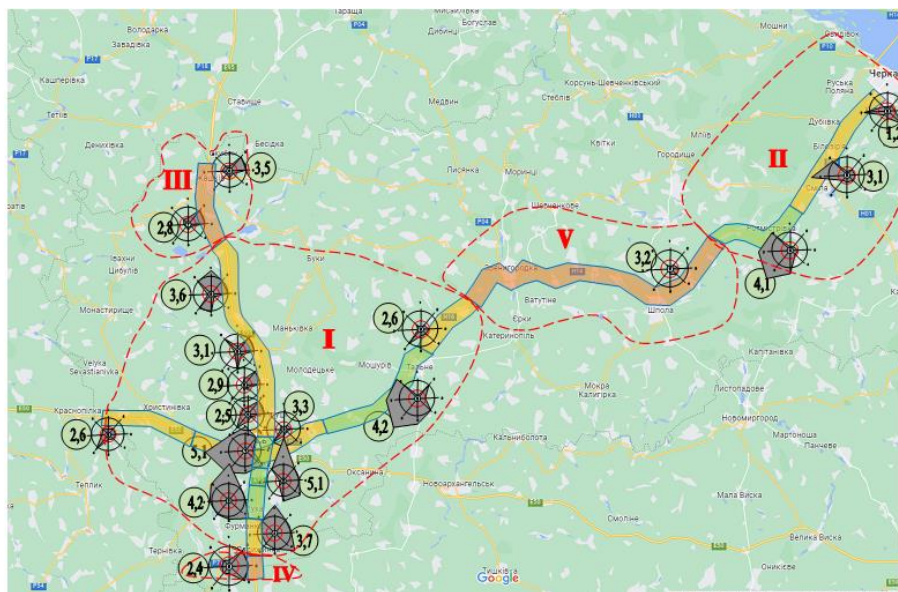
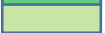
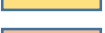
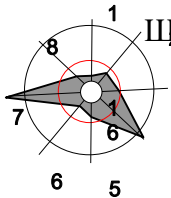


Рис. 1. Районування основних автомагістралей Черкаської області за ступенем завершеності формування придорожніх екосистем

Легенда:

- | | |
|--|---|
| I. Високий ступінь завершеності формування придорожніх екосистем (не виявлено) - |  |
| II. Середній ступінь завершеності формування придорожніх екосистем - |  |
| III. Низький ступінь завершеності формування придорожніх екосистем - |  |
| IV. Початковий ступінь завершеності формування придорожніх екосистем - |  |

 - значення індексу Менхініка. Райони: **I** - Уманський осередково-ядерний район; **II** - Черкаський осередково-ядерний район; **III** - Жашківський північно-периферійний район; **IV** - Ладижинський південно-периферійний район; **V** - Звенигородсько-



Полтавський центрально-периферійний район. ----- - межі районів.

- Відхилення від середнього значення головних параметрів, які характеризують інфраекосистемні райони. В середині пелюсткової діаграми номери з 1 по 19 відповідають номерам полігонів в табл. 4.17. Червоне коло відповідає шкалі середніх значень усіх параметрів по усіх полігонах. Цифри по осях відповідають номеру параметра: 1 – ширина придорожньої смуги (м); 2 - Вологість повітря (%); 3 - Найвищий рівень шуму від транспорту (db); 4 - Запиленість з розміром часток 10 мкм (мкг/м³); 5 - Загальна кількість видів рудеральних рослин (шт); 6 - Кількість видів рослин за повторюваністю понад 3 (шт); 7 - Загальна кількість повторюваності інвазійних рослин (шт); 8 - Відповідність видів рудеральних рослин «Національному каталогу біотопів» (шт).

Для кращої наочної інтерпретації значень окремих параметрів а також у намаганні максимально уникнути суб'єктивізму при проведенні районування нами був застосований метод пелюсткових діаграм, який дозволяє відстежити відхилення кожного параметру від середніх значень по усьому масиву. В цих діаграмах ми використали показники, які характеризують, зокрема деякі умови зовнішнього середовища (1-й та 2-й параметри); показники техногенного впливу (3-й та 4-й параметри); показники, що можуть характеризувати ступінь повноти формування екосистемних відносин (з 5-го по 8-й параметри). Значення індексу Менхініка до пелюсткової діаграми ми не включали свідомо, через те, що він вже являє певний результат усереднення на відміну від інших показників, які представлені абсолютними значеннями. Проте, його значення позначене на головній карті поруч з пелюстковою діаграмою.

Використовуючи метод пелюсткових діаграм, а також метод якісного фону виконано аналіз усієї сукупності параметрів за кожним полігоном, що дозволило виділити на території Черкаської області 5 районів різного ступеня завершеності формування екосистемних відносин. Два осередково-ядерних райони – Уманський (середній ступінь) та Черкаський (низький ступінь), в головних характеристиках яких переважають різні параметри рудеральної рослинності та три периферійних райони, в яких параметри рудеральної рослинності нижче

середнього рівня – Північно-периферійний (Жашківський)(початковий ступінь), Південно-периферійний (Ладижинський) (початковий ступінь), та Центральнопериферійний (Звенигородсько-Шполянський) (початковий ступінь).

В цілому ж проведене районування охоплює лише ті ділянки автошляхів, які безпосередньо межують з сільськогосподарськими угіддями. Але завдяки наявності в таких рудеральних фітоценозах переважно трав'янистої рослинності, вони можуть бути основою майбутнього ґрунтоутворення з подальшим поступовим окультуренням шляхом заміщення рудеральних рослин аборигенними. Переважна більшість же узбічь вказаних автошляхів мають лісозахисні смуги, екосистемна динаміка яких суттєво відрізняється від трав'янистих фітоценозів, а, отже, повнота формування в них екосистемних відносин вимагатиме додаткового дослідження.

Список використаних джерел:

1. Національний каталог біотопів України / за ред. А. А. Куземко, Я. П. Дідуха, В. А. Онищенко, Я. Шеффера. Київ : ФОП Клименко Ю.Я., 2018. 442 с.
2. Sonko S. Man in Noosphere: Evolution and Further Development. *Philosophy and Cosmology*. 2019. Volume 22. P. 51-75.

УДК 504.06:504.45

ГЛОБАЛЬНЕ РОЗУМІННЯ БЛАКИТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Тертицький Є. П.

yevhen.tertytskyi@student.karazin.ua

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

Розглянуто Європейські програми, що регулюють використання поняття «блакитна інфраструктура», проаналізована спрямованість і фінансове забезпечення таких проєктів.

Ключові слова: *блакитна інфраструктура, проєкти, відновлення, управління, ініціативи, збереження.*

The European programs regulating the use of the concept of "blue infrastructure" are considered, the focus and financial support of such projects are analyzed.

Keywords: *blue infrastructure, projects, restoration, management, initiatives, preservation.*

Блакитна інфраструктура активно підтримується на міжнародному рівні через численні програми та ініціативи, спрямовані на поліпшення управління водними ресурсами, збереження водних екосистем та покращення якості води.

Директива ЄС про води є однією з основних ініціатив, що сприяє розробці та реалізації проєктів для покращення якості води та захисту водних екосистем у рамках блакитної інфраструктури. Вона стимулює прийняття політик, орієнтованих на сталий розвиток водних ресурсів, і підтримує використання природних рішень для регулювання водних потоків та покращення якості води [1].

Європейська програма LIFE активно фінансує проєкти, що сприяють охороні навколишнього середовища та збереженню природних ресурсів, включаючи ініціативи, які спрямовані на відновлення водних екосистем та ефективне управління водними ресурсами в контексті БІ. Програма LIFE забезпечує фінансування проєктів, які мають на меті покращення стану водних ресурсів і екосистем [2].

Глобальний екологічний фонд (GEF) також підтримує проекти, що інтегрують блакитну інфраструктуру. Серед головних напрямів діяльності — збереження водних екосистем і поліпшення якості води в різних регіонах світу, що дає можливість залучити міжнародне співробітництво для вирішення глобальних водних проблем.

Програма Horizon Europe, що є основним інструментом науково-дослідницького та інноваційного розвитку Європейського Союзу, також включає фінансування проектів, що мають на меті розвиток блакитної інфраструктури. Програма сприяє реалізації інноваційних рішень для управління водними ресурсами, досліджень у сфері водних екосистем і підтримки сталого розвитку водного середовища в Європі [3]

Зрозуміння блакитної інфраструктури варіюється залежно від географічного та культурного контексту, а також від специфічних наукових підходів. У міру розвитку концепції блакитної інфраструктури різні дослідники надають різні трактування її значення та функцій, що відображає різноманіття поглядів на роль водних елементів у міських і природних екосистемах. Важливо зазначити, що в різних країнах і регіонах акценти на конкретні аспекти блакитної інфраструктури можуть значно різнитися, зокрема в контексті її взаємодії з зеленою інфраструктурою.

Список використаних джерел

1. Water Framework Directive, European Commission. URL: https://environment.ec.europa.eu/topics/water/water-framework-directive_en#implementation. [Дата звернення: 2025 03 07].
2. LIFE Programme, European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency. URL: <https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/search>. [Дата звернення: 07 03 2025].
3. EU Mission: Restore our Ocean and Waters, European Commission,. URL: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/eu-missions-horizon-europe/restore-our-ocean-and-waters_en. [Дата звернення: 2025 07 03].

УДК 631.95:504.03(477.54)

**ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СТАЛОСТІ АГРОВИРОБНИЦТВА В
БАЛАКЛІЙСЬКІЙ ГРОМАДІ ЗА ЄВРОПЕЙСЬКИМИ КРИТЕРІЯМИ
GOOD AGRICULTURAL AND ENVIRONMENTAL CONDITIONS**

Тітенко Г.В., Гайдашов О. В.

titenko@karazin.ua, oleksii.haidashov@student.karazin.ua

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

У статті представлено результати оцінки сталості агровиробництва на території Балаклійської міської громади з урахуванням критеріїв Good Agricultural and Environmental Conditions (GAEC), прийнятих у Європейському Союзі. Визначено рівень екологічної відповідності місцевих агросистем вимогам сталого землекористування.

Ключові слова: екологічна сталість, агровиробництво, GAEC, Балаклійська громада, моніторинг земель.

The results of assessing the sustainability of agricultural production in the Balakliia urban community according are presented, taking into account the Good Agricultural and Environmental Conditions (GAEC) criteria adopted in the European Union. The level of environmental compliance of local agroecosystems was analyzed based on soil fertility.

Keywords: environmental sustainability, agriculture, GAEC, Balakliia community, land monitoring.

Агровиробництво є ключовою складовою економічного розвитку Балаклійської громади, проте інтенсифікація землеробства супроводжується деградацією ґрунтів, зниженням родючості та ерозійними процесами. Європейські стандарти Good Agricultural and Environmental Conditions (GAEC), що входять до системи Спільної аграрної політики (CAP) ЄС, спрямовані на забезпечення сталого використання земель [1, 2, 3]. Їх упровадження в Україні є важливою передумовою інтеграції до європейського простору екологічного управління. GAEC являє собою базовий набір екологічних стандартів землекористування, яких мають дотримуватись фермери країн ЄС для отримання прямих субсидій у межах CAP. Вимоги GAEC запроваджені для

запобігання деградації ґрунтів; охорони водних ресурсів; збереження біорізноманіття; пом'якшення впливу кліматичних змін; забезпечення сталості агроландшафтів. Ці критерії стали обов'язковими з 2005 року, а у 2023 р. були оновлені в межах реформи CAP 2023–2027.

Метою дослідження є проведення екологічної оцінки сталості агровиробництва в Балаклійській громаді на основі критеріїв GAEC та розроблення рекомендацій для підвищення екологічної ефективності землекористування. Завдання включали: 1) аналіз нормативних вимог GAEC і національних стандартів охорони ґрунтів; 2) дослідження екологічного стану земель громади; 3) визначення рівня сталості агровиробництва; 4) формування рекомендацій щодо адаптації до стандартів ЄС.

У дослідженні використано матеріали Балаклійської міської ради, дані агрохімічних паспортів полів та результати польових спостережень у районі с. Гусарівка. Застосовано методику GAEC 4–6, яка охоплює контроль ерозійних процесів, підтримання органічної речовини в ґрунті та збереження природних елементів ландшафту. Для інтегральної оцінки сталості використано шкалу екологічних індикаторів (0–1 бал).

Аналіз показав, що частка орних земель громади становить понад 68 %, з яких близько 35 % мають середній або підвищений рівень ерозійної небезпеки. У межах агропідприємства біля с. Гусарівка встановлено зниження вмісту гумусу на 0,2–0,3 % за останні п'ять років. Інтегральний показник сталості агровиробництва становить 0,63, що відповідає середньому рівню екологічної збалансованості.

Результати засвідчують необхідність переходу до системи екологічного управління землекористуванням, що базується на принципах GAEC: підтримання мінімального покриття ґрунту в міжсезоння; впровадження сівозмін із багаторічними травами; обмеження оранки на схилах понад 7°; створення прибережно-захисних смуг. Досвід ЄС показує, що впровадження GAEC сприяє відновленню родючості та підвищенню стійкості агроєкосистем.

В цілому, основними напрямками покращення сталості агровиробництв

громади є та інтеграція системи екологічного моніторингу та принципів сталого землекористування. Розробка місцевої програми з адаптації до вимог GAEC також дозволить підвищити конкурентоспроможність аграрного сектору. Розрахований рівень сталості агровиробництва в Балаклійській громаді оцінюється як середній (0,63 за шкалою GAEC).

Для Балаклійської громади критерії GAEC можуть стати основою екологічного аудиту агровиробництва, оцінки сталості землекористування, формування екоаграрних політик та підготовки до участі в європейських програмах підтримки фермерів. Також доцільно розробити локальний кодекс екологічного землекористування, який адаптує принципи GAEC до умов регіону. Зокрема, встановити прибережно-захисні смуги р. Балаклійки та її приток; впровадити сівозміни з бобовими культурами; організувати систему агроекологічного моніторингу із використанням інноваційних методів та технологій.

Список використаних джерел

3. European Commission. Environment and the common agricultural policy. Brussels: EPRS, 2024. 12 с. URL: https://cdn.table.media/assets/wp-content/uploads/2024/07/15143810/EPRS_BRI2024762360_EN.pdf (дата звернення 09.10.2025).
4. Consilium of the European Union. CAP funding rules 2023-2027. Luxembourg: Council of the European Union, 2023. URL: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/cap-funding-rules-2023-2027/> (дата звернення 09.10.2025).
5. Conditionality (GAEC) — CAP 2023–27 // European Commission, DG AGRI. URL: https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/income-support/conditionality_en (дата звернення: 24.10.2025).
4. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення : керівний нормативний документ / за ред. І. П. Яцука, С. А. Балюка. 2-ге вид., допов. — Київ, 2019. — 108 с. — URL: <https://www.iogu.gov.ua/literature/instructions/1.pdf> (дата звернення: 24.10.2025).

УДК 504.06

РОСЛИННІ УГРУПОВАННЯ ТА ЇХ ВИДОВИЙ СКЛАД У ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗАПОВІДНИХ ОБЄКТАХ БАСЕЙНУ Р. ГНІЗНИ

Царик В. Л.

carikvldimir5@gmail.com

*Національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка,
Тернопіль, Україна*

Розглянуто наявність угруповань рослин та видовий склад рослин у перспективних природоохоронних територіях басейну річки Гнізна. Виділено місця їх зростання у гідрологічних заказниках місцевого значення «Під Лісом» та «Гнізненський». Додані фотографії демонструють обмеженість болотних угруповань заплавою та руслом долини річки Гнізна.

Ключові слова: угруповання рослин, перспективні природоохоронні території, видовий склад рослин, басейн річки Гнізна.

The presence of plant groups and the species composition of plants in promising protected areas of the Gnizna River basin are considered. Their place of growth in the hydrological reserves of local importance “Under the Forest” and “Gniznensky” is highlighted. The attached photos show the limitation of wetland groups to the floodplain and riverbed of the Gnizna Valley.

Keywords: plant groups, promising protected areas, species composition of plants, Gnizna River basin.

Оскільки переважаюча більшість перспективних заповідних об'єктів приурочені до річкової долини Гнізни, то домінуючими угрупованнями рослинного і тваринного світу у них є водно-болотні та заплавної лук з таким видовим складом: пальчатокорінник травневий, бобівник трилистий, осоти: городній, болотний, прибережний, дягель лікарський, плакун верболистий, очерет, комиш, угруповання середньовисоких гелофітів (лепешняку тростинового, високого, катабрози водяної, тонконогу болотного), прибережно-водним різнотрав'ям: стрілолисту стрілолистого, сусаку зонтичного, їжачої голівки, частухи подорожникової, тощо.

На витоках річки переважають угруповання лучної рослинності, що

збереглися в її заплаві. Лучно-стєпова рослинність в основному розорана, збереглася фрагментарно на схилах Товтєрового кряжу. Лучні і лучно-болотні угруповання збереглися на площі близько 9,3% і представлені типчаком борознистим, кострицею сизою, осокою низькою, келерією стрункою. Болотна рослинність малопоширена і приурочена до річкової заплави.

Луки як і болотна рослинність поширені в заплавах річок. Серед лучно-болотної рослинності зустрічаються осоки, зарості очерету, комишу, осоту болотного, дягелю лікарського, плакуна верболистого тощо. У поширенні рослинності заплавних лук, відповідно до трьох основних частин заплави, тобто прируслової підвищеної, центральної рівнинної і притерасної, теж рівнинної, але зниженої проявляється певна закономірність у зміні особливостей рослинного покриву. Так, у заплавах річок уздовж річкового русла розміщена неширока смужка крупнозлакових, рідше дрібнозлакових справжніх лук (костриця лучна, вівсюнець лучний, лисохвіст лучний, стоколос безостий, тимофіївка лучна, тонконіг лучний тощо) [1,3]. Далі від русла річки до злаків домішується гігрофільне різнотрав'я (осот прибережний, підмаренник болотний, королиця звичайна, зозулин цвіт тощо) з утворенням крупнозлаково-різнотравних травостоїв, а зниження рельєфу займають крупноосочники (осоки струнка та пухирчаста). На підвищених місцях центральної та прируслової частин заплави переважають дрібнозлаково-різнотравні і дрібнозлаково-осоково-різнотравні угруповання (пахуча трава, медова трава м'яка, осоки звичайна, жовта, біла, королиця звичайна, китятки чубаті, подорожник ланцетолистий тощо). Все це луки низького рівня, які теж варто зарахувати до справжніх лук або до лук, що зазнали початкових стадій заторфування і заболочування. Лучно-болотні угруповання зазнали істотного впливу зі сторони водно-меліоративних систем [2]. В заповідних об'єктах басейну Гнізни зустрічаються рідкісні і зникаючі види рослин, детальний опис яких на матеріал Тернопільської області представлений у публікаціях Г.Б. Синиці та В.М. Черняка [3].

Стосовно перспективних заповідних об'єктів звертаємо увагу на угруповання водно-болотної і лучної рослинності в межах гідрологічних

заказників, рекомендованих для розширення. **Гнізненський** (розширення) - гідрологічний заказник місцевого значення. Цінний водно-болотний масив у басейні р. Гнізна – лівої притоки р. Серет, де збереглася водно-болотна рослинність. Досліджені фітоценози відносяться до евтрофних високотравних угруповань з домінуванням осоки гостровидної та очерету. Видова насиченість в ценозах коливається від 18 до 27 видів. На деяких низькотравних угрупованнях трапляється пальчатокорінник травневий – вид рослин, занесений до Червоної книги України, бобівник трилистий – занесений до Переліку рідкісних і таких, що перебувають під загрозою зникнення, видів рослинного світу на території Тернопільської області (рис.1).



Рис 1. Пальчатокорінник травневий та бобівник трилистий

Під лісом (розширення) - гідрологічний заказник місцевого значення. Цінний водно-болотний масив у басейні р. Гнізна – правої притоки р. Серет. На ділянці під схилом річкової долини наявна велика кількість джерел, що живлять штучно створені водойми на місці колишніх торфових ям, сформувався лучно-болотний тип рослинності, значну частину займають угруповання вологих та мокрих лук (осоти: городній, болотний, прибережний, дягель лікарський, плакун верболистий). Виявлені також зарості високотравних гелофітів (очерету, комишу), угруповання середньовисоких гелофітів (лепешняку тростинового, високого, катабрози водяної, тонконогу болотного), які мають гідрорегулююче значення; розріджені угруповання повітряно-водних багаторічних гелофітів (невисокі угруповання сформовані прибережно-водним різнотрав'ям: стрілолисту стрілолистого, сусаку зонтичного, їжачої голівки, частухи

подорожничкової, осоки несправжньосмикавцевої тощо). Формациї стрілолисту включені до Зеленої книги України і перебувають під охороною Бернської конвенції. Всі ці угруповання, що сформувалися по заплавах річок, мають важливе ценозоутворююче та ґрунтоутворююче значення.

Список використаних джерел:

1. Гулик С.В. Ретроспективний аналіз лучно-степових ландшафтів Західного Поділля, їх сучасний стан та напрям розвитку. Автореферат дисертації канд. географ. наук :11.00.01. фізична географія, геофізика і геохімія ландшафтів. Львів: нац. ун-тет ім. Івана Франка, 2011. 20 с.
2. Кагало О.О. Різноманіття рослинного світу / Природні умови та ресурси Тернопільщини. Тернопіль: ТзОВ «Терно-граф», 2011. С. 222-287.
3. Черняк В.М., Синиця Г.Б. Рідкісні та зникаючі рослини Тернопільщини з Червоної книги України . Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2008. 224 с.

ЗАГАЛЬНОЗООЛОГІЧНІ ЗАКАЗНИКИ ЯК ПРОБЛЕМНІ ПРИРОДООХОРОННІ ТЕРИТОРІЇ

Царик П. Л.

pitertsaryk@gmail.com

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира

Гнатюка, м. Тернопіль. Україна

Розглянуто проблемні підходи щодо природозаповідання на прикладі загальнозоологічних заказників Тернопільської області. Проаналізовано структуру земельних угідь 31 загальнозоологічного заказника. Визначено, що 60% території цих заказників складає рілля, що є малоефективним з точки зору природозаповідання.

Ключові слова: *природозаповідання, загальнозоологічні заказники, Тернопільська область, земельні угіддя, структура землекористування.*

Problematic approaches to nature conservation are considered using the example of general zoological reserves in the Ternopil region. The structure of land in 31 general zoological reserves is analyzed. It is determined that 60% of the territory of these reserves is arable land, which is inefficient from the point of view of nature conservation.

Keywords: *nature reserves, general zoological reserves, Ternopil region, land, land use structure.*

Загальнозоологічні заказники (33) є малоефективними з точки зору повноцінного збереження природи за умов існуючих підходів до їх створення. Вони є доволі поширеними категоріями заповідання на Тернопіллі, оскільки ними зайнято 40,78% загальних заповідних площ. Аналіз структури земельних угідь заказників показав, що до їх складу віднесені орні землі, населені пункти, дороги; природні ландшафти, в межах яких охороняється тільки зоологічний компонент, при необмеженій господарській діяльності. Лише 38,6% структури земельних угідь 33 припадає на природні угіддя (ліси, луки, чагарники, болота), а 62,4% площ займають орні землі, забудова. В перерахунку на площі

заповідного фонду області це складатиме близько 25% загальної площі заповідання. Виходить, що чверть усіх заповідних площ області припадає на істотно антропогенізовані ландшафти. Заповідними вважаються орні землі, землі населених пунктів, дороги, промислові розробки, кар'єри тощо. Облікувати як заповідні землі у ЗЗ необхідно місця гніздування чи виведення потомства, якими, безумовно, є водно-болотні, лісові, лісово-чагарникові, наскельно-степові масиви. А орні поля і населені пункти можуть складати буферні зони даних заповідних об'єктів і аж ніяк не входити до їх складу.

ЗЗ займають чільне місце у структурі природно-заповідного фонду Тернопільської області. Вони є великоплощадними об'єктами, які істотно впливають на ступінь заповідності території. У деяких природних районах частка ЗЗ сягає 80-95% заповідних площ. Тобто вони є базовими заповідними об'єктами багатьох адміністративних і природних районів.

В процесі аналізу 31 ЗЗ області на предмет структури їх угідь виявлено ряд особливостей (табл.1.).

Таблиця 1

Структура земельних угідь загальнозоологічних заказників Тернопільщини [2]

№ з/п	Назва заказника	Загальна площа, га	Забудовані землі, га (%)	Рілля, га (%)	Сіножаті, пасовища, багаторічні насадження га, (%)	Ліси та інші лісовкриті площі, га (%)	Землі під водою та болота, га (%)
1	“Білокриницький”	457,0	5,6 (1,1)	2,1 (0,4)	2,2 (0,5)	447,1 (98,0)	-
2	“Буда”	398,0	1,5 (0,4)	2,1 (0,5)	2,1 (0,5)	392,3 (98,6)	-
3	“Чемерове”	159,0	-	1,8 (1,1)	-	157,2 (98,9)	-
4	“Довге”	376,0	2,2 (0,6)	3,4 (0,9)	4,2 (1,1)	366,2 (97,4)	-
5	“Ішківський”	1366,0	103,7 (7,6)	751,1 (56,2)	207,3 (15,2)	179,1 (13,1)	154,1 (7,9)
6	“Кобилівсько-Благівщинський”	3220,0	58,0 (1,8)	2558,3 (79,5)	283,3 (8,8)	281,7 (8,8)	36,0 (1,1)
7	“Кобилівський”	1603,0	112,0 (7,0)	1168,5 (72,9)	207,5 (13,0)	108,0 (6,7)	7,0 (0,4)
8	“Котячин-Биківці”	178,0	-	2,3 (1,3)	2,8 (1,6)	172,9 (97,1)	-
9	“Коцюбинчики”	3205,0	153,5 (4,8)	2263,8 (70,7)	426,8 (13,2)	340,4 (10,6)	21,3 (0,7)
10	“Ковалівський”	2959,0	2,0 (0,1)	2358,5 (79,7)	206,7 (5,0)	391,8 (13,2)	-
11	“Криниця”	1052,0	12,9 (1,3)	8,6 (0,8)	2,4 (0,2)	1028,1 (97,7)	-
12	“Людвигівський”	2080,0	20,0 (1,0)	1148,3 (55,2)	645,9 (31,0)	250,0 (12,0)	15,8 (0,8)
13	“Межеліски”	48,0	-	2,4 (4,8)	0,5 (1,0)	45,2 (94,2)	-
14	“Мільно-Бліхівський”	3488,0	159,9 (4,6)	1904,4 (54,6)	821,9 (23,5)	543,5 (15,6)	58,3 (1,7)
15	“Малоберезовицьк	2253,0	62,8 (2,6)	1918,0 (75,1)	268,8 (10,4)	293,4 (11,4)	14,8 (0,5)

XXI Всеукраїнські наукові Таліївські читання

	о-Іванчанський”						
16	“Озерянський”	4184,0	7,9 (0,2)	3423,5 (81,9)	364,6 (7,7)	375,0 (8,9)	13,0 (0,3)
17	“Подільсько-Сороцький”	2284,0	2,8 (0,1)	1756,7 (73,7)	513,0 (21,5)	111,5 (4,7)	-
18	“Поточани”	722,0	-	-	7,3 (1,0)	715,1 (99,0)	-
19	“Пулікове”	544,0	-	1,9 (0,4)	4,9 (0,9)	537,2 (98,7)	-
20	“Рудники”	418,0	-	1,5 (0,4)	1,5 (0,3)	414,9 (99,3)	-
21	“Савинське”	353,0	-	6,0 (1,7)	14,0 (3,9)	326,9 (92,5)	-
22	“Скит”	468,0	3,7 (0,8)	4,9 (1,0)	2,5 (0,5)	456,9 (97,7)	-
23	“Вербовецько-Заліський”	2699,0	93,0 (3,5)	2057,0 (76,2)	285,0 (10,5)	236,0 (8,8)	28,0 (1,0)
24	“Волинський”	689,0	3,4 (0,5)	1,0 (0,1)	32,3 (4,7)	652,1 (94,6)	-
25	“Воронуха”	4814,0	-	3048,5 (63,4)	1185 (24,5)	530,5 (11,0)	50,0 (1,1)
26	“Заброддя”	435,0	2,3 (0,5)	14,8 (3,4)	18,1 (4,2)	399,8 (91,9)	-
27	“За Броварем”	3380,0	125,9 (3,6)	3050,1 (90,2)	180,4 (5,5)	-	23,6 (0,7)
28	“Залісся”	400,0	2,7 (0,7)	265,0 (66,2)	132,3 (32,7)	-	-
29	“Зелений дуб 2”	518,0	2,8 (0,5)	1,5 (0,3)	-	513,7 (99,2)	-
30	“Звіринець-Білецький”	309,0	9,0 (2,9)	2,6 (0,9)	1,6 (0,5)	295,8 (95,7)	-
31	“Звіринець”	2302,0	13,4 (0,6)	812,2 (35,3)	1032,4 (44,8)	442,0 (19,3)	-
	Всього	47361,0	961,0 (1,8)	28540,8 (60,0)	6857,3 (14,3)	11004,3 (23,0)	421,9 (0,9)

Натомість, ЗЗ, створені у горбогірних чи рівнинних заліснених територіях цілком відповідають своєму функціональному призначенню. Такі заказники мають збалансовану структуру земельних угідь. Лісистість більшості з цих заказників коливається у межах 92-99%. У загальній кількості їх нараховується 16 і вони займають площу 7124 га, що складає 15 % площ ЗЗ.

Другу групу складають заказники з розбалансованою структурою земельних угідь, високою часткою ріллі і забудованих площ у загальній площі заповідного об'єкту (15 одиниць). Їх частка у структурі площ ЗЗ становить 85%

Вважаємо за доцільне встановити частку антропогенізованих ландшафтів у структурі ЗЗ не вищою за 25%, для залучення до заказників перехідних прилеглих ландшафтів у якості периферійних зон.

Тому у процесі створення проектних моделей екомереж при обґрунтуванні їх основних структурних елементів необхідно переглянути режими природозаповідання ЗЗ: частину їх реформувати і перевести у ландшафтні заказники для ефективного збереження всього природного комплексу. При створенні перспективних ЗЗ необхідно залучати до їх складу якомога менше площ господарського призначення, бо необґрунтовано висока їх частка у складі

заказників не сприяє реалізації основного завдання природозаповідання.

Список використаних джерел:

1. Царик П.Л., Царик Л.П. Репрезентативність території та об'єктів ПЗФ у регіональній структурі екомережі. Роль об'єктів ПЗФ у формуванні екомережі і забезпеченні сталого розвитку територій (20-21 жовтня 2011 р.). Бережани. 2011. С. 28-35.
2. Царик П.Л. Проблемні підходи щодо природозаповідання (на прикладі загальнозоологічних заказників). Наукові записки ТНПУ. Серія: Географія. Тернопіль, 2008. №2. С.194-198.

УДК 658.5

ІНТЕГРАЦІЯ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ В СИСТЕМУ МЕНЕДЖМЕНТУ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

Шевченко А.Є., Кот А.Г., Кулик М.І.

anastasia.shevchenko@student.karazin.ua, anna.kot@karazin.ua,

m.kulyk@karazin.ua

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

Україна

У статті розглянуто особливості інтеграції статистичних методів у систему менеджменту агропромислового комплексу. Визначено роль кількісних підходів у підвищенні ефективності управління виробничими, фінансовими та ризиковими процесами. Показано, що застосування описової статистики, кореляційно-регресійних моделей, аналізу часових рядів та сучасних методів прогнозування формує аналітичне підґрунтя для прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Результати дослідження доводять, що впровадження data-driven підходів забезпечує підвищення продуктивності та конкурентоспроможності аграрних підприємств. Зроблено висновок, що статистичні методи є ключовим інструментом стратегічного планування та мінімізації ризиків у АПК.

Ключові слова: *агропромисловий комплекс, статистичні методи, управління, прогнозування, аналіз даних, конкурентоспроможність.*

The article examines the specifics of integrating statistical methods into the management system of the agro-industrial complex. The role of quantitative approaches in improving the efficiency of production, financial, and risk management processes is defined. It is shown that the application of descriptive statistics, correlation-regression models, time series analysis, and modern forecasting methods forms an analytical foundation for making well-grounded managerial decisions. The results of the study demonstrate that the implementation of data-driven approaches increases the productivity and competitiveness of agricultural enterprises. It is concluded that statistical methods are a key tool for strategic planning and risk minimization in the agro-industrial sector.

Keywords: *agro-industrial complex, statistical methods, management, forecasting, data analysis, competitiveness.*

Агропромисловий комплекс (АПК) є складною, динамічною системою, у якій взаємодіють економічні, природно-ресурсні та біологічні чинники. Його результативність визначається сукупністю змінних умов — кліматичних, ґрунтових, ресурсних, ринкових та технологічних [1]. В умовах сучасної економіки, що характеризується високою мінливістю, зростанням конкуренції та впливом глобальних кризових процесів, управління аграрними підприємствами потребує застосування науково обґрунтованих підходів до планування й прийняття рішень [1].

Інтеграція статистичних методів у систему менеджменту аграрного виробництва передбачає поєднання аналітичних, економіко-математичних і кількісних інструментів із процесами стратегічного, виробничого та фінансового управління. Такий підхід забезпечує підвищення ефективності управлінських рішень, оптимізацію використання ресурсів, зниження ризиків і зростання конкурентоспроможності аграрної продукції.

Статистичні методи посідають центральне місце у системі управління АПК, адже дають змогу об'єктивно оцінювати стан виробничо-економічних процесів, виявляти закономірності розвитку, прогнозувати тенденції та визначати рівень ризиків. Вони формують інформаційно-аналітичну основу для прийняття стратегічних і тактичних управлінських рішень, дозволяючи керівникам отримувати достовірні дані про ефективність діяльності підприємства та використання ресурсного потенціалу [2].

Кількісні методи аналізу, побудовані на статистичних засадах, дають можливість визначати співвідношення «витрати — результати», формувати оптимальні стратегії розвитку й прогнозувати зміни ключових показників діяльності. Особливе значення вони мають у системі ризик-менеджменту, де використовуються для оцінювання ймовірності негативних подій, розрахунку ступеня ризику та обґрунтування шляхів його мінімізації.

У сучасній практиці управління агропромисловим комплексом статистичні методи застосовуються на всіх етапах управлінського циклу — від збору й обробки даних до моделювання сценаріїв розвитку підприємства. Їх

використання дозволяє не лише діагностувати фактичний стан аграрного виробництва, а й забезпечити науково обґрунтоване прогнозування та стратегічне планування його розвитку [3].

Застосування статистичних методів у менеджменті агропромислового виробництва має практичну спрямованість і охоплює всі ключові напрями діяльності підприємства — від виробничого планування до маркетингового аналізу. Кожен метод виконує специфічну функцію: одні слугують для опису й систематизації даних, інші — для виявлення взаємозв'язків між чинниками, прогнозування тенденцій або оцінювання ризиків. У таблиці нижче наведено основні статистичні підходи, що використовуються в управлінні АПК, із прикладами їх практичного застосування.

Застосування статистичних методів у системі менеджменту агропромислового комплексу є ключовою умовою підвищення ефективності управління виробничими, фінансовими та організаційними процесами. Вони забезпечують об'єктивну оцінку стану підприємства, дозволяють виявляти закономірності, прогнозувати результати господарської діяльності та мінімізувати ризики. Поєднання класичних статистичних підходів (описового, кореляційного, регресійного аналізу, аналізу часових рядів) із сучасними інструментами моделювання та машинного навчання формує потужну аналітичну базу для прийняття стратегічно обґрунтованих управлінських рішень.

Таблиця 1.

Приклади застосування статистичних методів у системі управління АПК [2,3]

№	Метод статистичного аналізу	Сфера застосування в АПК	Приклади практичного використання
1	Описова статистика	Первинна оцінка виробничих, технологічних і економічних показників підприємства (урожайність, собівартість, продуктивність праці)	Аналіз середньої врожайності сортів зернових культур для оптимізації структури посівних площ

XXI Всеукраїнські наукові Таліївські читання

2	Кореляційний і регресійний аналіз	Встановлення взаємозв'язків між виробничими, природними та економічними факторами	Прогнозування впливу погодних умов, доз удобрень і площ посівів на урожайність і прибутковість
3	Дисперсійний аналіз	Порівняння ефективності різних технологій, систем удобрення, сортів культур або господарств	Виявлення статистично значущих відмінностей урожайності залежно від технологічних рішень
4	Індексний метод	Оцінювання динаміки виробничих, цінових та економічних показників	Аналіз зміни собівартості продукції, динаміки цін на зерно та темпів зростання обсягів виробництва
	Аналіз часових рядів	Виявлення тенденцій, сезонних коливань і циклічних закономірностей у виробництві та ціноутворенні	Прогнозування обсягів виробництва і попиту на агропродукцію, моделювання коливань ринкових цін
	Моделювання та прогнозування (machine learning)	Побудова прогнозних моделей, оцінювання ризиків і оптимізація управлінських рішень	Використання регресійних алгоритмів і нейронних мереж для планування витрат, ресурсів та управління ризиками

У такому підході статистичний аналіз виступає не лише інструментом обробки даних, а й основою створення адаптивної системи управління, здатної оперативно реагувати на зміни природних, економічних і ринкових умов. Це забезпечує передумови для сталого розвитку агропромислового комплексу, підвищення його продуктивності та конкурентоспроможності як на національному, так і на міжнародному рівнях.

Інтеграція статистичних методів у систему менеджменту трансформує аграрні підприємства в data-driven organizations — структури, що базують свої рішення на об'єктивних кількісних показниках, а не на інтуїтивних оцінках, що значно підвищує надійність і прогнозованість управлінських рішень.

Список використаних джерел

1. Попова, В.Б., Фецович, І.В., Лосєва, А.С. та Акіндінов, В.В. (2022). Статистичні підходи до вивчення економічного зростання в аграрному секторі регіону. У Д.С. Нардін, О.В. Степанова та Є.В. Демчук (ред.), Основи земельного господарства та сільських досліджень, т. 124. European Proceedings of Social and Behavioural Sciences (стор. 31-37). European Publisher. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2022.02.5>
2. Макаренко, Н., & Онопрієнко, І. (2022). Статистичні методи в маркетинговому

аудиті та контролі аграрного підприємства. Економіка та суспільство, (43).

<https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-43-19>

3. Agricultural statistics pocketbook 2022 / eds. G. Kiss, A. Vrana ; proofreader A. Veres ; AKI Agrárközgazdasági Intézet Nonprofit Korlátolt Felelősségű Társaság. – Budapest : Institute of Agricultural Economics, 2022. – DOI: <https://doi.org/10.7896/zsk2302>

УДК 911+551+311+796.5

**СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ ПРИРОДНИХ
СТАРОВІКОВИХ ЛІСІВ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА «МЕДОБОРИ»**

Шпаківська І.М.¹, Баишта А.-Т.В.¹, Гірна А.Я.¹, Леневиц О.І.¹, Пижик І.С.¹,

Царик І.Й.¹, Яценко П.Т.¹, Капустинський А.В.²

ishpakivska@ukr.net

¹ *Інститут Екології Карпат НАН України, м.Львів*

² *Природний заповідник «Медобори» с.Гримайлів*

Проаналізовано результати досліджень структурно-функціональної організації старовікових лісів Природного заповідника «Медобори». Встановлено особливості видового складу лісових екосистем, видового різноманіття ґрунтових безхребетних та павуків, а такою орніто- та хітопретрофауни.

Ключові слова: природна старовікові ліси, Природний заповідник «Медобори», структурно-функціональна організація.

The results of research the structural and functional organization of old-growth forests of the Medobory Nature Reserve were analyzed. The features of the species composition of forest ecosystems, the species diversity of soil invertebrates and spiders, as well as the ornithological and chitopretrofauna were established.

Keywords: natural old-growth forests, Medobory Nature Reserve, structural and functional organization

Співробітниками відділу екосистемології Інституту екології Карпат НАН України на території ПЗ «Медобори» було проведено дослідження структурно-функціональної організації старовікових лісів.

Для дослідження було обрано тимчасові пробні площі, які репрезентують природні лісові екосистеми Західного Поділля, а саме

• яворовий бучинник копитняково-зеленчуковий (*Acereto (pseudoplatani)-Fagetum asaroso-galeobdolosum*), вік деревостану 190-років, у Вікнянському ПОНДВ, кв. 32, виділ 12;

- грабо-дубняк вологої грабової діброви (*Carpineto-Quercetum galeobdolosum asperulosum (odoratii)*), вік деревостану 110 років, у Вікнянському ПОНДВ, кв.26. виділ 10,

- культури за участі дуба червоного - грабо-червонодубняк біднопокривний (*Caroineti-Quercetum (rubrii) pauper*), віком 60 років у Краснянському ПОНДВ кв. 2 виділ 5.

На кожній тимчасовій пробній площі розміром 25х25 м було проведено облік дерев з вимірюванням їх обхвату, з'ясовано особливості підліску, підрості та видовий склад трав'яного вкриття. Встановлено розподіл дерев по основних породах, ступенях товщини та об'ємах стовбурів, а також запас стовбурової деревини.

Виявлено, що старовікові листяні або мішані ліси, едифікаторами яких є дуб звичайний або ж бук лісовий, мають переважно складну просторову структуру та відповідний ступінь мозаїчності, характеризуються значним різноманіттям екологічних ніш і є важливими оселищами для багатьох видів хребетних тварин, зокрема - модельних видів орніто- та хіроптерофауни. Проведено польові дослідження угруповань турунів (*Coleoptera, Carabidae*) та аранеофауни, а також встановлено видове різноманіття та чисельність ґрунтової мезофауни.

Закладено ґрунтові розрізи та проведено їх морфологічні описи. Встановлено фізичні, фізико-хімічні та біотичні властивості ґрунтів. Дослідженого запаси органічного Карбону у лісовій підстилці, відмерлій деревині та ґрунті. Виконані ініціальні моніторингові дослідження питомого потоку CO_2 з поверхні ґрунтів та здійснена диференціальна оцінка інтенсивності генерування вуглекислого газу мінеральним ґрунтом та лісовою підстилкою для встановлення величини емісії вуглекислого газу з поверхні ґрунту. Оцінено величину секвестрації Карбону в мертвій деревині та ґрунтовому профілі.

Встановлено, що одна з дослідних ділянок відображає лісорослинні умови Волино-Поділля та специфіку деревостанів на межі поширення бука лісового. Рослинна асоціація на пробі – яворова бучина копитняково-зеленчукова – *Acereto (pseudoplatani)-Fagetum asaroso-galeobdolosum*. Друга ділянка

відображає специфіку лісового виділу загалом, хоча за складом порід є дещо біднішою (на пробі відсутній у деревостані клен та берест), що зумовлене лісогосподарськими заходами, які проводились тут до часу створення заповідника. На третій ділянці з насадженням дуба червоного видовий склад трав'яного покриву бідним внаслідок високої щільності лісової підстилки, складеної листям дуба червоного та граба і притінення поверхні ґрунту наметом дерев. Травостій представлений ефемероїдами, зокрема анемоною дібровою, проекційне покриття якої не перевищує 2%., переважання на ділянці сірого лісового ґрунту. В екологічному відношенні на пробній площі домінують мегатрофи, а за відношенням до вологи - мезофіти. Ділянка відображає лісокультурне походження дуба червоного та природне походження ярусу граба звичайного.

Запаси лісової підстилки на ділянці яворової бучини змінюються від 11,89 т·га⁻¹ до 15,89 т·га⁻¹, середні запаси становлять $13,95 \pm 1,65$ т·га⁻¹ (n=5). У дубових деревостанах запаси лісової підстилки становлять 4,91-6,74 т·га⁻¹, а середні запаси становлять $5,95 \pm 0,80$ т·га⁻¹. На ділянці яка розташована у насадженнях дуба червоного запаси лісової підстилки коливаються від 6,78 т·га⁻¹ до 10,66 т·га⁻¹, при середньому значенні $8,57 \pm 2,38$ т·га⁻¹. Вміст органічної речовини на ділянці яворової бучини коливається від 87,08% до 98,73%, при середньому значенні – $93,32 \pm 2,92\%$, Вміст зольних елементів тут змінюється у межах 1,27-12,25%, середнє значення становить $6,68 \pm 2,91$. На пробній площі грабо-дубняка ці ж показники становлять 73,28-99,14% і 0,86-26,72% а їх середні значення становлять $93,32 \pm 6,05\%$ і $6,68 \pm 6,04\%$ відповідно. На за участі дуба червоного вміст органічних речовин коливається у межах 84,23-98,45%, а зольних елементів – 1,55-15,77%. Відповідно середні значення даних показників становлять $93,02 \pm 3,30\%$ і $6,98 \pm 3,31\%$. Середні запаси органічного Карбону у блоці лісова підстилка яворової бучини становлять $5,86 \pm 0,67$ т·га⁻¹ (max 6,67 т·га⁻¹, min 4,66 т·га⁻¹). На дослідній грабо-дубняка у середньому накопичується $2,49 \pm 0,32$ т·га⁻¹ (max 3,01 т·га⁻¹, min 2,08 т·га⁻¹). У деревостанах дуба червоного (середній запас $C_{орг.}$ становить $3,59 \pm 0,64$ т·га⁻¹ (max 4,95 т·га⁻¹, min 2,57 т·га⁻¹).

На території дослідження у старовікових лісах накопичується від 197,47 $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ (66,06 $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$) у грабо-дубняку до 321,50 $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ (110,93 $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$) у яворовій бучині грубих деревних залишків. Запаси органічного Карбону тут змінюються від 33,03 $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$ до 55,47 $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$. У насадженнях дуба червоного запаси грубих деревних залишків становлять 45,89 $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ (15,83 $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$), у яких акумульовано 7,92 $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$ $C_{\text{орг.}}$.

У старовікових лісах заповідника “Медобори” на глибині 0-25 см накопичується від 47,07 $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$ у грабо-дубняку до 56,20 $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$ яворовій бучині органічного Карбону, а вміст гумусу у верхньому горизонті коливається від 6,03% у яворовій бучині до 6,13 у грабо-дубняку. ділянці грабо-червонодубняка ці ж показники становлять 38,49 $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$ і 4,66% відповідно. На пробних площах яворової бучини запаси органічного Карбону у блоці фітомаса 429,60 $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$ і 279,04 $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$. На пробній площі насадження дуба червоного запаси $C_{\text{орг.}}$ становлять лише 152,69 $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$. Запаси органічного Карбону у старовікових досліджуваних деревостанах характеризуються значним накопиченням органічного Карбону у блоці грубі деревні залишки. На ділянці яворової бучини він майже дорівнюють таким же ґрунті і значно перевищують запаси у лісовій підстилці. Значне накопичення грубих деревних залишків є типовим для старовікових лісів і одним з факторів ідентифікації природних старовікових екосистем (Критерії та методика..., 2017). Найвищі запаси $C_{\text{орг.}}$ на усіх пробних площах накопичені у блоці фітомасі. На пробній площі грабо-червонодубняка запаси органічного Карбону у блоках лісова підстилка і грубі деревні залишки дуже близькі між собою за рахунок накопичення значних запасів підстилки.

Загалом на дослідних ділянках було зареєстровано 29 видів турунів, з них 16 – у лісових екосистемах, а 13 – лише на екотонно-степовій ділянці. Серед лісових угруповань найвищими структурними показниками вирізнялася ділянка старовікового букового лісу.

Видовий склад павуків досліджених екосистем представлений 30 видами, які належать до 12 родин. Лише 7 видів є спільними для досліджених пробних площ букового та буково-дубового лісу. Основу угруповань формують звичайні

лісові, а також євритопні види, широко представлені в екосистемах широколистяно-лісової зони України.

В орнітоугрупованні лісостану, сформованого переважно буком звичайним *Fagus sylvatica*, було зареєстровано 32 види гніздових птахів (34,2 пари/10 га). Домінантним видом цього орнітоугруповання є зяблик *Fringilla coelebs* (20,5%), субдомінантом – вільшанка *Erithacus rubecula* (12,0%), що, загалом характерно для лісових екосистем фагетальної формації гірської і рівнинної частин заходу України (Башта, 2000,; Гузій, 2006).

На досліджуваних ділянках з допомогою методу ультразвукової детекції виявлено 16 видів рукокрилих. Очевидно, достатня кількість місць поселення та багата кормова база сприяла таким значним показникам видової різноманітності та нічної активності кажанів. Хіроптерофауні лісостану такого віку та видового складу властива порівняно значна кількість дендрофільних видів, зокрема таких як нічниця водяна *Myotis daubentonii*, нічниця північна *Myotis brandtii*, нічниця вусата *Myotis mystacinus*, нічниця крихітна *Myotis alcathoe*, нічниця війчаста *Myotis nattereri*, вечірниця руда *Nyctalus noctula*, вечірниця мала *Nyctalus leisleri*, вухань звичайний *Plecotus auratus*, нетопир лісовий *Pipistrellus nathusi* (табл.25). Крім того, такого роду екосистеми є важливими кормодобувними угіддями для низки видів, що формують колонії у спорудах антропогенного походження (зокрема, кажан пізній *Eptesicus serotinus*).

Наші дослідження підтверджують важливість збереження природних старовікових лісів як рефугіумів для підтримання локальної біотичної різноманітності загалом і важливих його компонентів, зокрема.

Список використаних джерел

1. Башта А.-Т. Гніздова орнітофауна умовно-корінного мішаного лісу НПП "Сколівські Бескиди" // Національні природні парки: проблеми становлення і розвитку. – Яремче, 2000а. – С. 18-22.
2. Гузій А.И. Методы учета птиц в лесах // Обліки птахів: підходи, методики, результати. (Матер. школи по уніфікації методів обліків птахів у заповідниках України, смт. Івано-Франкове, 26-28 квітня 1995 р.). – Львів-Київ, 1997. – С. 18-48

**НАУКОВІ ТА ОСВІТЯНСЬКІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ І ЗАПОВІДНОЇ
СПРАВИ В УКРАЇНІ**

UDC : 551.583 (477.54)

TEMPERATURE CHANGE IN THE CITY OF KHARKIV IN 2015-2020

Dolia D. S., Maksymenko N. V., Cherkashyna N. I.

dmytro.dolia@student.karazin.ua

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

The article analyzes manifestations of the global warming process in the segment of the temperature regime in Kharkiv in the period from 2015-2020, by constructing graphs based on statistical data.

Keywords: *air temperature, dynamics, heat map, deviations, long-term average, global warming.*

У статті аналізуються прояви процесу глобального потепління в сегменті температурного режиму в м. Харків в період з 2015-2020 р.р., шляхом побудови графіків на основі статистичних даних.

Ключові слова: *температура повітря, динаміка, теплова карта, відхилення, середня багаторічна, глобальне потепління*

A study of daily dynamics of atmospheric air temperature for 2015-2020 was carried out to assess the trends in the manifestation of global warming signs in Kharkiv region. The array of statistical data is converted into graphs, which show the average temperature for the study period (linear) and the distribution of daily temperatures by years (dots corresponding to the color of the year). An example of such visualization is shown in Fig. 1.

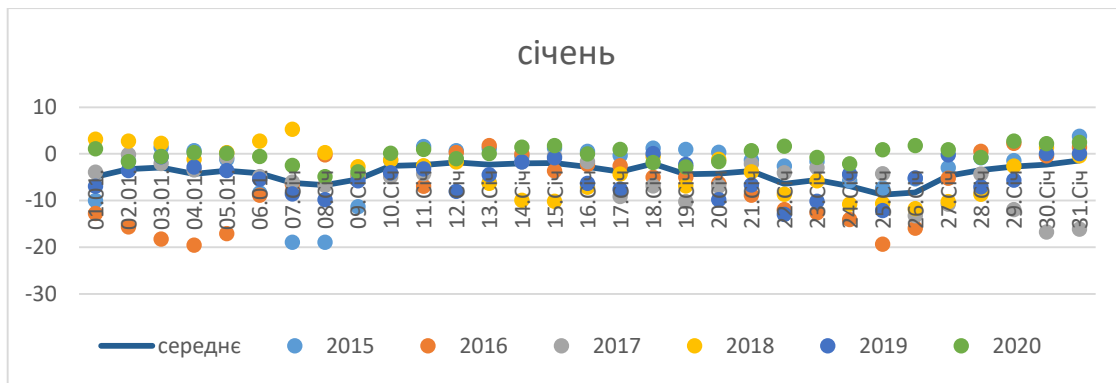


Fig.1. Dynamics of daily temperatures in January, Kharkiv for 2015-2020 [1]

Graph analysis allows us to track how different temperature indicators change during a particular day, as well as accurately analyze the trend of temperature changes depending on the month.

Figure 2 shows the change in average monthly air temperatures during 2015–2020. The lines show seasonal variability of the temperature regime, where the highest values are observed in the summer months (June–August), and the lowest — in January–February. The dotted line reflects the long-term averages, relative to which the deviations of individual years are visible.

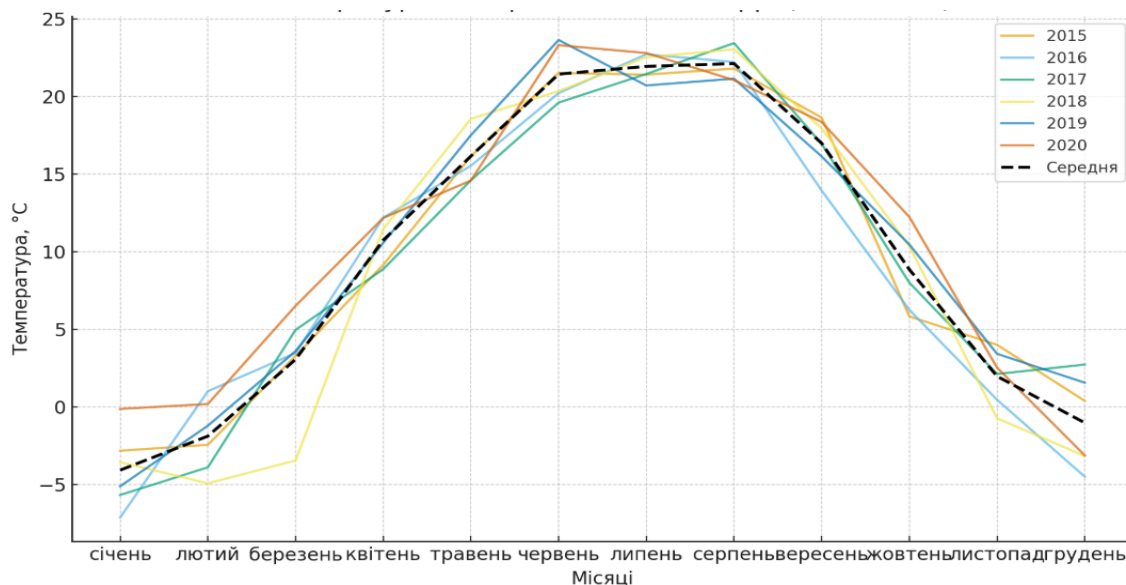


Fig.2. Dynamics of average monthly temperatures in Kharkiv for the period 2015-2020.

The graph allows us to compare seasonal dynamics and variations per years. It shows well how much warmer or colder each year was in different months. It was

found that the highest average temperature indicators in the period from January to April were observed in 2020. 2016 was characterized by a sharp increase in temperature from the minimum values in January to the maximum in February, and the lowest temperature regime was recorded in the period from August to December (except for October and November, when the minimum values were recorded in 2017 and 2018, respectively). The most significant deviations in the temperature regime were in 2018, mainly in the first quarter of the year (January-April).

Figure 3 shows a heat map of average monthly temperatures for 2015–2020. Shades of color reflect temperature fluctuations: from cold (blue tones) to warm (red). This type of visualization makes it easy to trace the relative changes between the years and identify the warmest and coldest periods.

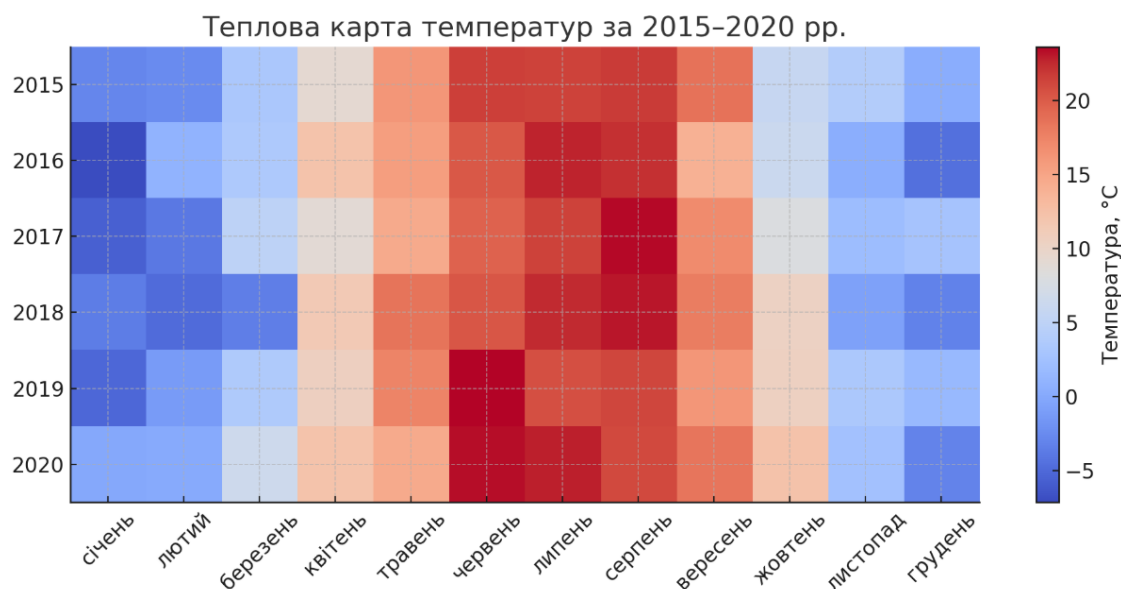


Fig.3. Heat map of temperatures in Kharkiv for 2015-2020.

The warmest months were August 2017 and June 2019. In 2020, the period from January to October recorded the longest warm spell among all the years studied. The lowest temperatures were observed in January and December 2016, while the longest cold period occurred from January to March 2018.

Figure 4 shows the deviation of air temperature for each year from the long-term average. Each year has a conditional color and we can talk about the level of deviation judging by the size of the color segment above or below the abscissa axis.

The largest temperature deviation was observed in March 2018, when the average

temperature dropped to below -6°C . The highest temperature deviations were recorded in January, March and October 2020, when deviations were $3-4^{\circ}\text{C}$ from the long-term average. The most noticeable temperature fluctuations were also observed in January and December, when values ranged from -3°C (in January and December 2016) to almost $+4^{\circ}\text{C}$ (in January 2020 and December 2017). The smallest deviations for the entire study period were recorded in July, when temperature fluctuations did not exceed the range from -1.5°C to $+1.5^{\circ}\text{C}$.

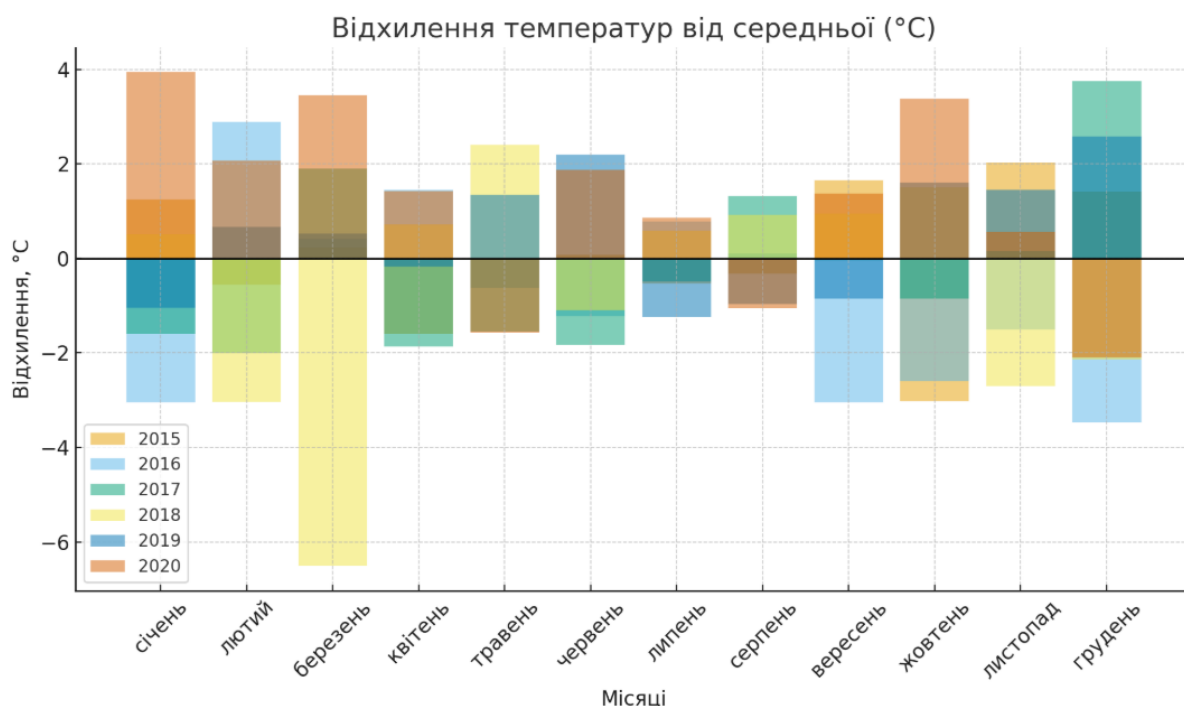


Fig.4. Temperature deviation from the average for the study period.

Analysis of the temperature regime in Kharkiv region for 2015-2020 showed a trend towards changes in average annual temperatures and an increase in the duration of warm periods. The warmest year was 2020, and the coldest deviations were recorded in 2016 and 2018. Seasonal fluctuations have become less contrasting, especially in the winter-spring period. The results obtained indicate the manifestation of regional signs of global warming.

References

1. Ukraine Weather History. Local Weather Forecast, News and Conditions. Weather Underground. URL: <https://www.wunderground.com/history/monthly/UKHH/date/2015-1> (date of access: 19.10.2025).

UDC 378.4:349.6

CONTRIBUTION OF HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS TO THE DEVELOPMENT OF ENVIRONMENTAL EQUITY

Radomska M. M.

m.m.radomskaya@gmail.com

State university “Kyiv Aviation Institute”, Kyiv, Ukraine

У статті аналізуються питання впровадження екологічної справедливості в українському суспільстві. Правова база в країні здебільшого зосереджена на декларації рівності в доступі до природних ресурсів та забезпеченні екологічної безпеки. Випадки реального прогресу в напрямку екологічної справедливості все ще обмежені, тому потреба в розвитку та поширенні знань для формування основ справедливості має стати одним із пріоритетів досліджень та дій університетів. Були визначені та описані завдання для роботи в цій галузі, що може стати першим кроком для університетів до розгляду цієї теми.

Ключові слова: *екологічна справедливість, оцінка вразливості, екологічні рівність.*

The article analyzes the issues of environmental equity implementation in Ukrainian society. The legal background in the country is mostly concentrated on declaration of equality in terms of access to natural resources and provision of environmental safety. The cases of real progress towards environmental equity are still limited, so the need for developing and communicating knowledge to build the fundamentals of equity should become one of research and action priorities for universities. The tasks for work in this field were defined and described, providing initial step for universities to step into the subject.

Keywords: *environmental justice, vulnerability assessment, environmental equality.*

Environmental justice is one of the advanced concepts of the development of modern society, which is based on equal access of people, regardless of nationality, race or any other factor, to a safe environment for health and natural resources for life [1]. Its final aim is to build environmental equity in society and make coexistence of humans most efficient and least damaging for nature.

Environmental equity is a fairly new concept for the Ukrainian legal and nature protection field. Its implementation is further complicated by the need to separate the

concept of equity and equality. The latter one has been accepted and is implemented since the very first issue of the Law on Environmental Protection, which stated that every citizen has equal right to safe environment. Another important element of equality declared in Ukrainian law is common ownership of all natural resources by people of the country. Nevertheless, these legal proclaims have certain limitations when applied, thus, the field of application is a hot spot, which needs special attention.

Going back to equity, it is still underdeveloped field of both research and practice. Unfortunately, this is the case for many countries even in developed world. Thus, there is little experience available to share and accept. Moreover, the conceptual framework is still under development [2]. Under these conditions higher educational institutions can play significant role as a center of knowledge generation and communication.

There are few issues, which could be tackled involving universities.

First of all, it is identification of core inequalities typical for the community a university belongs to. Accounting research and intellectual potential of higher schools they can actually do this study for the whole city. However, since most of them are located in big cities, collaboration with other universities might be necessary to produce reliable assessment. The next step is assessment of vulnerability of separate communities, social and ethnic groups of citizens to possible acts of injustice. Based on these data it is possible to develop environmental policy for the area and key sources of inequality to mitigate their effect. This might also help local authorities and municipality address issues faced by residents beyond their control.

The second direction of work is informing citizens as much as possible about the environmental status of the area they live in and overall communication of information on nature related issues. This will help them make informed decisions about their life and everyday activities. In particular, they won't get into a trap of fair-unfair situations. The thing is that it is not considered unfair if one decided to move to the area affected by heavy emissions of industrial facility, attracted by employment opportunities [3]. But if the economic situation in the area is unfavorable and people are forced to taking health risks, this is the case in which environmental equity and equality are

compromised and it must be considered at research and administrative levels.

The role of environmental equity is central for the achievement of Sustainable development goals. It will open the way to conscious citizenship and responsible use of environment, as well as participation in decision making for the well-being of relevant communities. Thus, there is a need for Ukraine to develop its own pathway to it, considering challenges and opportunities created by post-war reconstruction and European integration.

References

1. Краснова Ю.А. Правове забезпечення реалізації принципу екологічної справедливості. *Юридичний науковий електронний журнал*. 8. 2023. С. 254–258.
2. Blue G., Bronson K., Lajoie-O'Malley A. Beyond distribution and participation: A scoping review to advance a comprehensive environmental justice framework for impact assessment. *Environmental Impact Assessment Review*. 90. 2021. 106607.
3. Murphy-Greene C. An Overview of Environmental Justice. *Environmental Justice and Resiliency in an Age of Uncertainty*. 2022. С. 4–13.

ГЕОЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА І ПРОСВІТНИЦТВО

Воронін В. О.

v.voronin@hnpu.edu.ua

*Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди,
м. Харків, Україна*

У роботі висвітлено особливості геоекологічної освіти та просвітництва, як важливої складової сталого розвитку суспільства. Наголошено на необхідності інтеграції екологічних знань у систему освіти, зокрема у систему вищої освіти природничого напрямку, формуванні екологічної культури особистості та підвищенні рівня громадської екологічної свідомості.

Ключові слова: *геоекологічна освіта, екологічна культура, просвітництво, сталий розвиток, екологічна свідомість, природокористування*

The paper highlights the peculiarities of geoecological education and awareness as an important component of sustainable development of society. It emphasizes the need to integrate ecological knowledge into the education system, in particular into the system of higher education in natural sciences, to form an ecological culture of the individual, and to raise the level of public ecological awareness.

Keywords: *geoecological education, ecological culture, enlightenment, sustainable development, ecological awareness, nature management*

Визначення геоекології, як наукового напрямку, протягом десятиліть зазнавало значної еволюції, оскільки існує багато різних підходів до її трактування і розуміння. Одні науковці розглядають геоекологію як розділ екології, що вивчає просторово-територіальні аспекти взаємодії людини і природи, інші – як галузь географічних наук, спрямовану на дослідження екологічного стану геосистем різних рівнів [1, 2].

Проте, геоекологічна освіта надає можливість фахової підготовки вчителів географії з урахуванням сучасних проблем розвитку суспільства, стану довкілля та необхідності формування екологічної свідомості учнів. Вона сприяє формуванню у майбутніх педагогів системного бачення взаємозв'язків між

природними процесами та діяльністю людини, навичок аналізу екологічних ситуацій і прийняття рішень, спрямованих на збереження природних ресурсів.

Такі підходи дозволяють інтегрувати екологічні знання у зміст шкільної географічної освіти, роблячи її більш практичною, актуальною та орієнтованою на вирішення реальних проблем сталого розвитку як на національному, так і на глобальному рівні. Геоекологічна освіта виступає фундаментом формування екологічної відповідальності, оскільки поєднує знання з географії, екології, геології, соціології та економіки.

Метою геоекологічної освіти є не лише передача знань про структуру та функціонування геосистем, а й розвиток умінь прогнозувати наслідки антропогенної діяльності, приймати екологічно обґрунтовані рішення та впроваджувати принципи сталого розвитку на місцевому і глобальному рівнях, що не менш важливо при підготовці спеціалістів педагогічного напрямку.

Особливу роль відіграють інтерактивні методи навчання: еколого-краєзнавчі проекти, польові практики, екологічні акції, цифрові карти екологічного стану територій.

Формування геоекологічної компетентності має охоплювати всі рівні освіти – від початкової школи до післядипломної підготовки. Важливою складовою є використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, що дає змогу візуалізувати геоекологічні процеси й підвищити мотивацію до навчання.

Геоекологічна освіта і просвітництво є ключовими чинниками сталого розвитку суспільства. Вони забезпечують формування екологічно свідомої особистості, здатної гармонізувати взаємодію людини й природи. Подальший розвиток цього напрямку потребує державної підтримки, оновлення освітніх програм і активізації громадської участі у вирішенні екологічних проблем.

Як зазначала на початку 2025 року Світлана Гринчук (Міністр захисту довкілля та природних ресурсів), сучасна система освіти потребує змін для підготовки нового покоління фахівців, здатних ефективно реагувати на виклики у сфері захисту довкілля [3]. Однак, проблема полягає не лише у нестачі екологів

як вузьких спеціалістів, а й у необхідності екологізації всієї освітньої системи – від дитячого садка до вищої школи. Особливе значення має підготовка вчителів географії, які можуть інтегрувати екологічні знання у навчальний процес і формувати в учнів екологічну свідомість та відповідальне ставлення до природи.

Список використаних джерел

1. Huggett R. Geoeology: An evolutionary approach. London: Taylor & Francis, 1995. – 344 p.
2. Круглов І. Геоекологія та географія // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія: географія. – 2004. – № 2, Ч. 1. – С. 49-55. Оформлюється згідно з ДСТУ 8302:2015. Нумерація згідно з порядком в тексті. Посилання в тексті оформляється у квадратних дужках.
3. Світлана Гринчук: Посилити позиції екологічної освіти та інтегрувати її принципи в усі сфери життя – один з пріоритетів Міндовкілля – Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. *Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України – офіційний сайт*. URL: <https://mepr.gov.ua/svitlana-grynchuk-posylyty-pozytsiyi-ekologichnoyi-osvity-ta-integruvaty-yiyi-pryntsypu-v-usi-sfery-zhyttya-odyn-z-priorytetiv-mindovkillya/> (дата звернення: 01.10.2025).

УДК 37.015.31:502:378.094-057.87(477.42)

ВИХОВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ ТА КУЛЬТУРИ ПОВЕДІНКИ У ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ МАЛИНСЬКОГО ФАХОВОГО КОЛЕДЖУ

Карпович М. С.

marinakarpovich1990@gmail.com

Малинський фаховий коледж, с. Гамарня, Житомирська область, Україна

У статті розглянуто проблеми охорони природи, що актуальні в даний час. Встановлено, що запорукою результативності роботи педагога є правильний добір форм, методів та засобів роботи. Доведено значущість флори як осередку виховання екологічної свідомості та культури поведінки в навколишньому середовищі.

Ключові слова: *екологія, освітній процес, природознавча компетентність.*

The article deals with the problems of nature conservation, which are currently relevant. It is established that the key to the performance of the teacher is the correct selection of forms, methods and means of work.

Keyword: *ecology, educational process, natural competence.*

Людство взаємодіє з усіма існуючими на Землі формами життя від мікроорганізмів до біосфери. Упродовж багатьох віків ми спостерігаємо хижацьке нищення природи, а саме: виснаження земних надр, вирубування лісів, затоплення мільйонів гектарів родючих земель, нагромадження виробництв, які забруднюють довкілля. Заміна споживацького ставлення до природи та її багатств на раціональне використання природних ресурсів і збереження довкілля дуже актуальна і для нас, українців, так як від дій кожного залежить гармонійне співіснування суспільства, природи і людини [1].

Науковці пов'язують вирішення проблеми збереження природи з екологічним вихованням, концентруючи увагу на формуванні свідомого почуття відповідальності за ставлення до довкілля. Природнича та екологічна освіта й виховання є невід'ємними факторами формування особистості здобувачів освіти, їх світоспоглядання та світосприйняття. Саме ці процеси визначають

діяльність людини, її стосунки з довкіллям та цінності. І саме виховна робота покликана формувати свідому, обізнану та доброзичливу у стосунках із природою [4].

Екологічна освіта як педагогічний аспект полягає у формуванні в студентів екологічної культури, яка неодмінно поєднується з екологічним вихованням [4]. Основні екологічні поняття розкриваються, як показує досвід, у ході різних форм та видів освітнього процесу (теоретичних та практично-лабораторних занять, зборів, конференцій, акцій, гуртків, суспільно-корисної діяльності).

Серед засобів екологічної освіти і природоохоронної діяльності, які викликають інтерес до природних об'єктів, прищеплюють повагу до всього живого і корисного, створеного людською працею, та бережливе ставлення до природи, а також бажання примножувати своєю діяльністю її красу. Найдоступнішими засобами є ознайомлення з надбаннями матеріальної та духовної культури (інтернет, радіо, телебачення), наукова та художня література, предмети мистецтва (образотворчого, театрального, кіномистецтва).

Для формування природознавчої компетентності здобувачів освіти особливу увагу приділяємо розвитку їхньої емоційної сфери, формуванню позитивних почуттів до об'єктів природи, які мотивують до здобуття природничих знань і гуманної поведінки в природному середовищі.

Екологічні знання та вміння здобувачів освіти розширюються й поглиблюються у ході проведення різноманітних виховних заходів, що мають навчальний, роз'яснювальний та практичний зміст. Наприклад, у 2012 році студентами та викладачами створено екологічну стежку з такими локаціями: «Паспорт коледжу», «Бобер – природи інженер», «Рослини», «Тварини», «Комахи», «Птахи». Яскраві стенди знайомлять відвідувачів коледжу з багатством рослинного та тваринного світу, звертаючи увагу і на рідкісних [2]. На основі знань здобувачі освіти самостійно доходять висновку про надмірне та неекономне використання природних ресурсів, недбалу господарську діяльність [4]. Так, на території Малинської ТГ створено 14 заказників, в яких охороняються багатства флори та фауни краю. Є серед них і занесені до

Червоної книги України [3]. Багато видів інтродукованих деревних та чагарникових порід зростають в дендропарку Малинського фахового коледжу та парку-пам'ятці садово-паркового мистецтва імені Миклухи-Маклая [2].

Найвищу виховну ефективність екологічної діяльності мають заходи організовані самими вихованцями. Творчі завдання, котрі виконуються у співпраці, спонукають до пошуку власних рішень.

З огляду на вищесказане можна зробити висновок, що творчий підхід до проблем виховання екологічної культури є запорукою результативності роботи педагога.

Список використаних джерел

1. Марченко Оксана, Вечірко Олеся, Свитка Денис Значення біорізноманітності на сучасному етапі розвитку суспільства. III Міжнародна науково-практична конференція «Лісівнича освіта і наука: стан, проблеми та перспективи розвитку» 25 березня 2021 р., Малин. С. 171-175
2. Карпович Марина, Вечірко Олеся, Ткачук Роман, Лаврінчук Іван, Толочин Назарій Видове різноманіття дендропарку Малинського фахового коледжу. Edukacja i nauka leśna: stan, problemy i perspektywy rozwoju: zbiór materiałów VII Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Praktycznej Internetowej, Łomża – Małyn, 21.03.2025 r. / Część 1. Małyn: Małyński Koledż Zawodowy, Ukraina; Łomża: Międzynarodowa Akademia Nauk Stosowanych w Łomży, Rzeczpospolita Polska. Wydawnictwo: MANS w Łomży, 2025. 450 s. (361-370 s.).
3. Карпович М. С., Ткачук Р. С., Жилінський І. В. Особливості різноманіття рослинності Малинщини. Всеукраїнська науково - практична конференція «Природно – ресурсний комплекс Західного Полісся в контексті сталого розвитку» присвячена пам'яті та 100-річчю з Дня народження професора Степана Антоноваіча Генсірука 16-17 травня 2023. Березне. С.97-100
4. Сопілко О., Гирля Л. Проблеми екологічного виховання студентської молоді та шляхи їх вирішення. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/11676/1/9-63-65.pdf>

УДК 630*5:582.475:551.583.2

ПОРІВНЯННЯ ВІДГУКУ РАДІАЛЬНОГО ПРИРОСТУ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ ТА МОДРИНИ ЯПОНСЬКОЇ НА ЗМІНУ КЛІМАТУ В НАСАДЖЕННЯХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ.

Коваль І.М.¹, Гололобов В.В.²

Koval_Iryna@ukr.net, vadim.gololobov@gmail.com

¹Український науково-дослідний інститут лісового господарства та
агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, м. Харків, Україна

²Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків,
Україна

Представлено результати порівняння дендрохронологічних досліджень модрини японської (*Larix leptolepis* Gord) та сосни звичайної (*Pinus Sylvestris* L.), які ростуть в умовах Лівобережного лісостепу. Порівняно відгуки радіального приросту цих дерев до зміни клімату.

Ключові слова: *Larix leptolepis* Gord, *Pinus Sylvestris* L., радіальний приріст дерев, зміна клімату, Лівобережний Лісостеп

The results of comparative dendrochronological studies of Japanese larch (*Larix leptolepis* Gord) and Scots pine (*Pinus Sylvestris* L.), which grow in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe, are presented. The responses of the radial growth of these trees to climate change are compared.

Keywords: *Larix leptolepis* Gord, *Pinus Sylvestris* L., radial growth of trees, climate change, Left-Bank Forest-Steppe

Актуальність дослідження зумовлена посиленням негативного впливу кліматичних змін на лісові екосистеми, зокрема через збільшення частоти та інтенсивності посух. Радіальний приріст дерев є чутливим інтегральним показником їх стану та реакції на зовнішні стреси. Мета роботи – порівняти відгук радіального приросту сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) та модрини японської (*Larix leptolepis* Gord.) на зміну кліматичних умов у Лівобережному лісостепу України.

Дослідження проведено в культурах сосни звичайної та модрина японської, які ростуть в дендропарку Біотехнологічного університету. Для кожної ділянки було відібрано по 11 кернів буравом Преслера. Після вимірювання ширини річних кілець було побудовано стандартизовані деревно-кільцеві хронології з видаленням вікового тренду за допомогою 3-річного ковзного середнього. Для виявлення кліматичних сигналів використано кореляційний аналіз між індексними хронологіями та даними температури повітря та опадів [1, 2].

На фоні постійного підвищення середньорічної температури (від 7,7°C у 1978-1993 рр. до 9,8°C у 2009-2023 рр.) виявлено три чіткі періоди динаміки радіального приросту:

1. 1978-1993: період максимального приросту (сосна: $5,99 \pm 0,35$ мм; модрина: $4,11 \pm 0,20$ мм).
2. 1994-2008: період помірного зниження приросту. У порівнянні з першим періодом приріст сосни зменшився на 59%, а модрина – на 32%.
3. 2009-2023: період різкого пригнічення. Приріст сосни впав на 80%, а модрина – на 77% відносно першого періоду.

Кореляційний аналіз показав, що саме в третьому періоді спостерігалася найбільша кількість статистично значущих зв'язків між приростом і кліматичними факторами для обох видів, що свідчить про підвищену чутливість та ослаблення насаджень в умовах стресу.

Важливим результатом є виявлення періоду стабілізації приросту в останні роки дослідження: для сосни звичайної – з 2018 по 2022 рр., для модрина японської – з 2019 по 2022 рр. Це може свідчити про початок адаптації досліджуваних видів до нових кліматичних умов.

Висновки:

1. Кліматичні зміни, що виражаються у значному підвищенні температури, призвели до критичного зниження радіального приросту як сосни звичайної, так і модрина японської – на 77-80% за останні 45 років.

2. Модрина японська продемонструвала дещо вищу стійкість на етапі помірного потепління (1994-2008), однак у період екстремальних умов (2009-2023) її приріст скоротився майже так само значно, як і у сосни.

3. Підвищення кількості значущих кореляцій з кліматом свідчить про ослаблення дерев і зростання залежності їхнього приросту від погодних умов.

4. Виявлена стабілізація приросту в останні роки (2018-2022) дає підстави припускати наявність адаптаційного потенціалу у обох видів, що потребує подальшого моніторингу.

Список використаних джерел

1. Коваль І. М., Гололобов В. В. Дендрохронологічні дослідження сосни звичайної в дендропарку Державного біотехнологічного університету. *Збірник наукових статей XX Всеукраїнських наукових Таліївських читань* (25 жовтня 2024 року). До 220-ї річниці заснування Каразінського університету. Охорона довкілля, 2025. Р. 125-127.

2. Koval I., Maksymenko N., Cherkashyna N., Gololobov V., Andreieva O. Response of Japanese Larch (*Larix leptolepis* Gord) Radial Growth to Climate Change in the Left Bank Forest-Steppe, Ukraine. *Acta Horticulturae et Regiotecturae*, vol. 28 (1). Slovak University of Agriculture in Nitra, 2025. P.12-20 pp.

УДК 630*561.24: 551.583.4

**ДОСЛІДЖЕННЯ КАРПАТСЬКИХ БУКОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ
ДЕНДРОХРОНОЛОГІЧНИМИ МЕТОДАМИ**

Коваль І.М.^{1,2}, Сербак Р.М.², Онисько Д.Ю.²

[Koval Iryna@ukr.net](mailto:Koval_Iryna@ukr.net), ruslan.serbak@student.karazin.ua,

dmytro.onysko@student.karazin.ua

*Український науково-дослідний інститут лісового господарства та
агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького*

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

У статті представлено програму дендрохронологічного дослідження, спрямованого на оцінку реакції бука європейського (*Fagus sylvatica* L.) на зміну кліматичних умов в Українських Карпатах. Об'єктом дослідження обрано букові насадження заказника «Чорна Гора» (Карпатський біосферний заповідник). Методологія передбачає закладку двох тимчасових пробних площ, відбір 30 кернів (по 15 з кожної площі) за допомогою бурава Преслера з подальшим дендрокліматичним аналізом річних кілець.

Ключові слова: дендрохронологія, бук європейський, заказник «Чорна гора»

The article presents a dendrochronological study program aimed at assessing the response of common beech (*Fagus sylvatica* L.) to changing climatic conditions in the Ukrainian Carpathians. The object of the study was chosen to beech stands of the reserve "Chorna Hora" (Carpathian Biosphere Reserve). The methodology involves the establishment of two temporary plots, the selection of 30 cores (15 from each plot) using a Pressler borer with dendroclimatological analysis of the tree ring widths.

Keywords: dendrochronology, European beech, reserve "Chorna Hora"

Бук європейський (*Fagus sylvatica* L.) є домінантним видом у лісових екосистемах Європи. В Україні близько 40% його насаджень зосереджено в Карпатах на висоті 250–1400 м над рівнем моря. Чутливість цього виду до кліматичних коливань, зокрема до дефіциту ґрунтової вологи та тривалих періодів посухи, робить його ідеальним біоіндикатором для оцінки впливу сучасних кліматичних змін на лісові екосистеми [1]. Зміни температурного режиму та рівня опадів останніх десятиліть істотно впливають на лісорослинні умови Українських Карпат, зумовлюючи зміщення межрослинних поясів та зниження стійкості деревних видів. У зв'язку з цим постає необхідність оцінити

вразливість букових лісів до наслідків зміни клімату та їхню здатність до адаптації.

Метою дослідження є вивчення динаміки радіального приросту бука звичайного та виявлення його зв'язку з кліматичними факторами в умовах Карпатського біосферного заповідника.

Дослідження проводиться із застосуванням стандартних дендрохронологічних методів [2]. У буковому насадженні заказника «Чорна Гора» закладено дві тимчасові пробні площі. З кожної площі відібрано по 15 кернів бука звичайного за допомогою бурава Преслера (загалом 30 зразків) (рис. 1-2).



Рис. 1. Насадження бука європейського (*Fagus sylvatica* L.) в заказнику «Чорна гора» Карпатського біосферного заповідника



Рис 2. Відбір кернів.

На етапі камеральної обробки передбачається:

1. Вимірювання ширини річних кілець з високою точністю.

2. Перехресне датування (cross-dating) для встановлення абсолютної хронології кожного річного кільця та виключення помилок.
3. Побудова стандартизованих дендрохронологічних шкал.
4. Дендрокліматичний аналіз для виявлення кореляційних зв'язків між індексами приросту та метеорологічними даними (температура, опади).

Проведення дослідження дозволить отримати довгострокову хронологію радіального приросту бука європейського для заказника «Чорна Гора». Очікується, що дендрокліматичний аналіз виявить ключові кліматичні фактори (наприклад, температуру вегетаційного періоду або літню посуху), що найбільш суттєво обмежують ріст дерев.

Дендрохронологічний аналіз є перспективним методом для оцінки адаптаційного потенціалу бука звичайного до змін клімату в Карпатах. Отримані дані можуть стати основою для прогнозування подальших змін у структурі та продуктивності букових екосистем регіону та розроблення заходів їх збереження.

Список використаних джерел

1. Koval I. M., Maksymenko N. V., & Shpakivska I. M. Дендрохронологічні дослідження в букових насадженнях НПП «Сколівські Бескиди». *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2024. №27. С. 33-43.
2. Cook E. R. & Kairiukstis, L. A. *Methods of Dendrochronology: Applications in the Environmental Sciences*. Academic Publishers, 1990. 341 с.

УДК: 502.5:712.25(438)

ГЕОМЕТРИЧНІ ІНДЕКСИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ СТІЙКОСТІ МІСЬКИХ ПАРКІВ НА ПРИКЛАДІ М. ЛОДЗЬ

Кривицька І.А., Леурда Д. В.

ivkrivicka@gmail.com, daria.leurda@student.karazin.ua

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

У статті проведено оцінку екологічної стійкості двох міських парків м. Лодзь на основі аналізу їх геометричних показників. Використання індексу форми та фрактальної розмірності дало змогу визначити компактність, фрагментованість та потенціал зелених зон до підтримання екологічної рівноваги. Обґрунтовано важливість комплексного підходу до оцінювання рекреаційних територій.

Ключові слова: *екологічна стійкість, індекс форми, фрактальна розмірність, рекреаційні зони, зелена інфраструктура.*

The article presents an assessment of the ecological stability of two urban parks in the city of Łódź based on the analysis of their geometric indicators. The use of the shape index and fractal dimension made it possible to determine the compactness, fragmentation, and potential of green areas to maintain ecological balance. The importance of a comprehensive approach to evaluating urban recreational territories is substantiated.

Keywords: *ecological stability, shape index, fractal dimension, recreational areas, green infrastructure.*

Рекреаційні території міст відіграють ключову роль у формуванні комфортного міського середовища, адже поєднують соціальні, екологічні, оздоровчі та культурні функції, сприяють підвищенню якості життя населення, створюють умови для активного відпочинку, соціальної взаємодії та психоемоційного розвантаження мешканців [1].

Дослідження геометричних параметрів парків і зелених насаджень є важливим інструментом для аналізу екологічної стійкості міських територій. Форма, площа та просторова конфігурація зелених зон визначають ефективність функціонування «зеленого каркасу» міста та його екологічної інфраструктури.

Аналіз геометрії зелених зон допомагає визначити їхню здатність підтримувати та відновлювати біорізноманіття [2].

У ході роботи нами було проведено розрахунки геометричних показників двох парків м. Лодзь. Це парк Na Zdrowiu, який є найбільшим парком у Лодзі та одним з найбільших у Європі. Площа парку складає 188 га. Другий парк, що оцінювалася – це Poniatowski Park – міський парк площею близько 45 га.

Для розрахунку геометричних показників було використано деякі екологічні індекси. Індекс форми ділянки - це показник, що характеризує форму та конфігурацію території паркових зон. Він розраховується як відношення периметра парку до периметра кола, площа якого дорівнює площі ділянки. Значення ближче до 1 вказують більш компактну форму [3].

Фрактальна розмірність (Fractal Dimension, FD) – цей показник характеризує ступінь складності та порізаності кордонів та структури екологічних систем та ландшафтів. Фрактальна розмірність відображає, наскільки складною є форма об'єкта. Чим вище значення FD, тим складнішою і фрагментованою є структура [4].

Аналіз оптимальності форм рекреаційних зон показав, що геометрична конфігурація парків є не ідеальною. Обчислення коефіцієнта компактності засвідчили, що Park Poniatowskiego має більш компактну та наближену до оптимальної форму порівняно з парком Na Zdrowiu, що робить його потенційно ефективнішим у плані просторового використання. Така форма передбачає зменшення витрат на благоустрій, догляд та інженерне обслуговування території, а також сприяє кращій організації функціональних зон.

Попри більш вигідний індекс форми в Park Poniatowskiego, оцінка екологічної стійкості, яка заснована на параметрах площі та протяжності периметру, свідчить про переваги парку Na Zdrowiu. Дещо витягнута конфігурація останнього забезпечує ширший контакт із прилеглими зеленими фрагментами та потенціал для формування екологічних коридорів, що підсилює його роль як стабілізатора міського довкілля.

Park Poniatowskiego, незважаючи на меншу площу, є важливим елементом

природної інфраструктури центральної частини Лодзі. Однак для підтримання його екологічної рівноваги необхідне системне управління, яке включає активні заходи зі збереження біорізноманіття, оновлення зелених насаджень, регулювання рекреаційного навантаження та мінімізацію урбанізаційного тиску. Важливо також підсилювати функцію парку як «міського оазису», що сприяє ментальному та фізичному здоров'ю мешканців.

Результати аналізу фрактальної розмірності показали, що обидва парки характеризуються відносно простою формою кордонів. Це свідчить про низький ступінь фрагментованості та складності ландшафтної структури, що потенційно зменшує вразливість до негативних впливів прилеглих антропогенних територій. Незважаючи на центральне розташування, ймовірність значного проникнення урбанізаційних факторів у природне середовище цих парків є помірною.

Таким чином, пропонуємо під час екологічної оцінки рекреаційних територій міста застосовувати комплексний підхід, поєднуючи різні групи екологічних індексів та показників. Така багатокритеріальна оцінка дозволяє отримати всебічне уявлення про стан та екологічну стійкість зеленої інфраструктури, а також виявити чинники, що впливають на її функціонування.

Комплексний аналіз також допомагає оцінити потенціал зелених зон у збереженні біорізноманіття, регулюванні мікроклімату та формуванні екологічної рівноваги міста, що є необхідним для сталого розвитку та підвищення якості життя населення.

Список використаних джерел

1. Łaszkiewicz Edyta, Natalia Kolejka. The Importance of Green Spaces in Urban Areas—Case Study: Łódź, Poland. In Smart Cities—Opportunities and Challenges.
2. Kowalski Adam, et al. Assessment of Recreational Potential of Urban Green Spaces in Lodz Using Multi-Criteria Analysis. Sustainability, 2021. PP. 54-12.
3. Bogaert J., Ceulemans R., & Salvador-Van Eysenrode D. Decision tree algorithm for detection of spatial processes in landscape transformation. Environmental managemen, 2004. Vol. 33(1). PP. 62-73.
4. Milne B. T. Measuring the fractal geometry of landscapes. Applied mathematics and computatio, 1988. Vol. 27(1). PP. 67-79

УДК 504 + 796.5

РЕКРАЦІЙНА ЄМНІСТЬ ОБ'ЄКТІВ ПЗФ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Максименко Н. В., Коротецька Є. С.

maksymenko@karazin.ua, korotetska2021.9512119@student.karazin.ua

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

Дослідження оцінює рекреаційну ємність ключових об'єктів ПЗФ Львівської області для балансу між туризмом та охороною екосистем для зон регульованої та стаціонарної рекреації в Яворівському НПП, НПП "Сколівські Бескиди", РЛП "Знесіння" та РЛП "Равське Розточчя". Результати показують сезонну ємність понад 7 млн осіб, з піковими значеннями для РЛП "Равське Розточчя" (4,55 млн осіб) та НПП "Сколівські Бескиди" (2,14 млн осіб), де домінує стаціонарна рекреація, тоді як РЛП "Знесіння" (0,35 млн осіб) фокусується на локальному відпочинку. Рекомендації включають моніторинг навантажень, освітні програми та зонування для стійкого розвитку.

Ключові слова: *рекреаційна ємність, ПЗФ Львівщини, національні парки, регіональні ландшафтні парки, сталий туризму.*

The study assesses the recreational capacity of key protected areas in the Lviv region to strike a balance between tourism and ecosystem conservation for regulated and stationary recreation areas in the Yavoriv National Nature Park, Skovylski Beskydy National Nature Park, Znesinnia Regional Landscape Park, and Ravske Roztochya Regional Landscape Park. The results show a seasonal capacity of over 7 million people, with peak values for the Ravske Roztochya Regional Landscape Park (4.55 million people) and the Skolivski Beskydy National Nature Park (2.14 million people), where stationary recreation dominates, while the Znesinnia Regional Landscape Park (0.35 million people) focuses on local recreation. Recommendations include load monitoring, educational programmes and zoning for sustainable development.

Keywords: *recreational capacity, Lviv Region Nature Reserve Fund, National Nature Parks, Regional Landscape Parks, sustainable tourism.*

Природно-заповідний фонд (ПЗФ) Львівської області – ключовий елемент національної системи охорони природи, що включає 425 об'єктів загальною площею 182,57 тис. га (8,3% території регіону) [1]. Ці об'єкти виконують поліфункціональні завдання: від консервації біорізноманіття до освітньої,

рекреаційної та економічної ролі в сталому розвитку. В умовах антропогенного тиску та кліматичних змін оцінка рекреаційної ємності дозволяє балансувати доступність і збереження екосистем. Дослідження аналізує ключові об'єкти – Яворівський НПП, НПП "Сколівські Бескиди", РЛП "Знесіння" та РЛП "Равське Розточчя".

Розрахунок рекреаційної ємності території базується на нормах рекреаційного навантаження, які визначають допустиму кількість рекреантів на одиницю площі, здатну перебувати на об'єкті без негативного впливу на природне середовище. Згідно з методикою визначення рекреаційної ємності, ці норми залежать від типу природних ландшафтів, сезону року та функціонального спрямування рекреаційної діяльності. Рекреаційну ємність рекомендується обчислювати окремо для кожного сезону за формулою:

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

де:

Ni – норма (ос./км²):

- 100 (1 ос./га) для регульованої зони,
- 5000 (50 ос./га) для стаціонарної;

Si – площа зони (км²; $Si(\text{км}^2) = Si(\text{га}) \times 0,01$);

Ci – тривалість періоду (90 діб);

Di – перебування (1 день для денних туристів).

Розрахунок охоплює одномоментне та сумарне навантаження. Об'єкти обрано репрезентативними: Яворівський НПП (табл. 1) та «Сколівські Бескиди» (табл. 2) – ключові НПП з великою площею та рекреаційним потенціалом; РЛП «Знесіння» (табл. 3) та «Равське Розточчя» (табл. 4) – для порівняння урбанізованих і розточанських ландшафтів.

Таблиця 1

Розрахунок рекреаційної ємності Яворівського НПП [2]

Зона	Si (га)	Si (км ²)	Ni(ос./км ²)	Ci (діб)	Di (дні)	Ni×Si	×Ci	Vi (осіб)
Регульована рекреація	1254,1	12,541	100	90	1	1254,1	112,869	112,869
Стаціонарна рекреація	30,2	0,302	5000	90	1	1510	135,900	135,900
Загалом	1284,3	12,843						248,769

Таблиця 2

Розрахунок рекреаційної ємності НПП "Сколівські Бескиди" [3]

Зона	Si (га)	Si (км ²)	Ni(ос./км ²)	Ci (діб)	Di (дні)	Ni×Si	×Ci	Vi (осіб)
Регульована рекреація	6973	69,73	100	90	1	6973	627,570	627,570
Стаціонарна рекреація	336	3,36	5000	90	1	16,800	1,512,000	1,512,000
Загалом	7309	73,09						248,769

Таблиця 3

Розрахунок рекреаційної ємності РЛП "Знесіння" [4]

Зона	Si (га)	Si (км ²)	Ni(ос./км ²)	Ci (діб)	Di (дні)	Ni×Si	×Ci	Vi (осіб)
Регульована рекреація	47,4	0,474	100	90	1	47,4	4,266	4,266
Стаціонарна рекреація	76,6	0,766	5000	90	1	3,830	344,700	344,700
Загалом	124	1,24						348,966

Таблиця 4

Розрахунок рекреаційної ємності РЛП "Равське Розточчя" [5]

Зона	Si (га)	Si (км ²)	Ni(ос./км ²)	Ci (діб)	Di (дні)	Ni×Si	×Ci	Vi (осіб)
Регульована рекреація	826	8,26	100	90	1	826	74,34	74,34
Стаціонарна рекреація	994	9,94	5000	90	1	49,700	4,473,000	4,473,000
Загалом	1,820	18,2						348,966

Розрахована рекреаційна ємність об'єктів ПЗФ Львівської області

демонструє значний потенціал для сталого туризму: загалом понад 7 млн осіб за сезон без шкоди для екосистем, з домінуванням зон стаціонарної рекреації в РЛП «Равське Розточчя» (4,55 млн осіб). Найвища ємність у великих парках («Сколівські Бескиди» – 2,14 млн, «Равське Розточчя» – 4,55 млн) підкреслює їхню роль у економіці регіону, тоді як менші об'єкти («Знесіння» – 0,35 млн) орієнтовані на локальний відпочинок. Рекомендації включають впровадження моніторингу навантажень, розширення освітніх програм та зонування для запобігання перевищенню лімітів. Це посилить поліфункціональність ПЗФ, сприяючи екологічній безпеці та розвитку екотуризму в області.

Список використаних джерел

1. Департамент екології та природних ресурсів Львівської ОДА. Статистика об'єктів природно-заповідного фонду Львівської області [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://deplv.gov.ua/>. – Дата доступу: 15.10.2025.
2. Яворівський національний природний парк [Електронний ресурс] // Офіційний сайт. – Режим доступу: <https://yavorivskiy.com.ua/>. – Дата доступу: 15.10.2025.
3. Сколівські Бескиди (національний природний парк) [Електронний ресурс] // Офіційний сайт. – Режим доступу: <https://skole.org.ua/>. – Дата доступу: 15.10.2025.
4. Екосистемні послуги регіонального ландшафтного парку «Знесіння»: науковий звіт / кол. авт. ; за ред. О. В. Ковальчук. – Київ : Екологічна платформа України, 2019. – 89 с. – Режим доступу: <https://epl.org.ua/>. – Дата доступу: 15.10.2025.
5. Заповідник «Розточчя» [Електронний ресурс] // Офіційний сайт. – Режим доступу: <https://zaproz.com.ua/>. – Дата доступу: 15.10.2025.

УДК 502.72:796.5(480)

МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД РЕАЛІЗАЦІЇ ПОЛОЖЕНЬ КАРПАТСЬКОЇ КОНВЕНЦІЇ

Москвітін М. Ю., Гололобова О. О

moskvitina2021de11@student.karazin.ua, elena.gololobova@karazin.ua

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

Проаналізовано Карпатську конвенцію як міжнародний договір для збереження спадщини Карпат, її роль у сталому розвитку семи країн-учасниць, імплементацію через протоколи та останні приклади застосування.

Ключові слова: *Карпатська конвенція, сталий розвиток, біорізноманіття, охорона довкілля, міжнародна співпраця, лісове господарство, туризм.*

The Carpathian Convention is analyzed as an international treaty for the preservation of the Carpathian heritage, its role in the sustainable development of the seven participating countries, implementation through protocols and recent examples of application.

Keywords: *Carpathian Convention, sustainable development, biodiversity, environmental protection, international cooperation, forestry, tourism.*

Рамкова конвенція про охорону та сталий розвиток Карпат була відкрита 22 травня 2003 року в Києві під час 5-ї Пан'європейської конференції міністрів із питань довкілля «Довкілля для Європи» і відома також як Карпатська конвенція. Ініціатором створення цього документа виступила Україна, яка стала однією з перших країн, що ратифікували її, а Міністерство закордонних справ України також виконує функції Депозитарія конвенції.

Причиною появи Карпатської конвенції стало спільне визнання країнами регіону Карпат як унікального природного багатства, що вражає своєю красою та екологічною цінністю. Цей регіон є важливим осередком біорізноманіття, притулком для багатьох видів рослин і тварин, яким загрожує зникнення, а також найбільшим у Європі ареалом пралісів. Карпати відіграють ключову роль у формуванні екологічного, економічного, культурного та рекреаційного

середовища, слугуючи спільним простором для багатьох народів і держав у центрі Європи. Саме тут беруть початок ріки, що живлять басейни Чорного та Балтійського морів, зокрема Дунай, Дністер і Вісла. Штаб-квартира Карпатської конвенції розташована у Відні, в офісі Програми ООН з довкілля. На сьогодні до Карпатської конвенції входять сім країн Центральної та Східної Європи: Чехія, Угорщина, Польща, Румунія, Сербія, Словаччина та Україна [1].

Структура Карпатської конвенції включає основний договір та кілька протоколів, які деталізують її положення. Наразі прийнято 5 протоколів: про збереження біорізноманіття, стале управління лісами, сталий туризм, сталий транспорт та розвиток сільського господарства та сільських районів [2]. Україна є стороною всіх протоколів і ратифікувала їх. Важливу роль у реалізації конвенції відіграють фінансові механізми, що забезпечуються національними бюджетами та міжнародними грантами.

Оглянувши матеріали можна стикнутися з багаточисельними прикладами досвіду реалізації Карпатської конвенції. Надалі перерахуємо найбільш відомі кейси на міжнародному рівні. У вересні 2024 року Польща пережила масштабні повені, після чого прем'єр-міністр Дональд Туск заявив, що бобри, руйнуючи дамби, сприяли загостренню ситуації, та закликав контролювати їхню чисельність [3]. Це викликало критику екологів, які наголосили, що бобри підтримують природний баланс і відновлюють водно-болотні угіддя, зменшуючи ризики як повеней, так і посух. У результаті влада дозволила відстріл 555 бобрів у Підкарпатському воєводстві [4]. Ситуація стосується Протоколу про збереження біологічного та ландшафтного різноманіття Карпатської конвенції, оскільки такі заходи впливають на водні екосистеми. Замість відстрілу доцільно впроваджувати екологічно обґрунтовані методи управління популяцією, зокрема переселення чи бар'єрні системи [4].

Наступний кейс стосується реалізації положень Карпатської конвенції в Україні. У 2025 році Верховна Рада заборонила джипінг у заповідних зонах Карпат. Ініціаторка петиції Христина Жук зазначила, що попри попередні заборони, відсутність контролю призводила до ерозії ґрунтів і шкоди

екосистемам [5]. Це рішення узгоджується з Протоколами про стале лісове господарство та сталий туризм, оскільки спрямоване на зменшення антропогенного впливу на природні ландшафти.

Наступним є випадок масової втрати лісів у Словаччині. У 2004 році в районі Високих Татр у Словаччині стався потужний ураган «Єлизавета», що знищив близько 12 600 гектарів лісу, переважно ялини та сосни. До кінця 2005 року ліквідовано більшість наслідків, а в 2006 році завершено основні відновлювальні роботи. Було висаджено понад вісім мільйонів саджанців, переважно хвойних порід, водночас природа сприяла самовідновленню лісів [6]. Попри це, навіть через 20 років ліс ще не відновив попередньої потужності. Протокол про стале управління лісами, чинний у Словаччині з 2013 року, передбачає міжнародний нагляд і заходи для збереження природних ландшафтів та екологічної рівноваги Карпат.

У 2023 році Румунія оголосила про створення першого в Європі найбільшого на континенті заповіднику дикої природи. Проєкт спрямований на захист 100000 гектарів дикої природи, а також на розвиток екотуризму на підтримку місцевих громад. Заповідник розташується на гірському хребті Фегераш у регіоні Трансильванія. Ця територія є однією з найприродніших і диких зон, де мешкають бурі ведмеді, вовки та рисі. Нещодавно тут знову з'явилися зубри, яких не бачили протягом двох століть. З 2009 року біологи Крістоф і Барбара Промбергер разом із групою філантропів та захисників природи проводять збір коштів для придбання лісів із метою зупинити їх вирубки, а також закупували землі для відновлення лісових масивів [7]. Цей парк, створений у співпраці з партнерами Конвенції, включає заходи з моніторингу біорізноманіття та заборони комерційної вирубки, що відповідає Протоколу про збереження біорізноманіття.

Ще один кейс – охорона біорізноманіття в Чехії. У 2024 році Чехія запустила програму створення спеціальних переходів для диких тварин – так званих екодуктів, які мають забезпечити безпечну міграцію ведмедів, вовків, рисів та інших великих ссавців. Програма спрямована на з'єднання фрагментованих

лісових масивів через будівництво зелених мостів і підземних переходів для тварин. Новий екодук зводять на межі зі Словаччиною, у районі Бескидів, де часто помічають ведмедів. Місцеві жителі вже дали йому неофіційну назву «ведмежий маршрут». Споруда буде покрита рослинністю, зокрема травами та чагарниками, а в її середині створять піщану ділянку, призначену для відстеження слідів звірів [8]. Ця ініціатива запобігає ізоляції популяцій видів відповідно до Протоколу про збереження біорізноманіття.

Реалізація Карпатської конвенції демонструє прагнення країн зберегти екосистеми регіону. Ефективність залежить від контролю, фінансування та міжнародної співпраці. Досвід Польщі, України, Словаччини, Румунії та Чехії показує активне управління біорізноманіттям, відновлення лісів, ландшафтів та протидію антропогенним загрозам, хоча проблеми контролю та впровадження норм залишаються актуальними.

Список використаних джерел

1. Рамкова конвенція про охорону та сталий розвиток Карпат. *IAC консультант*: веб-сайт. URL: <http://consultant.parus.ua/?doc=022HY013F4&abz=3C8SR> (дата звернення 09.10.2025)
2. Protocols. Carpathian Convention: веб-сайт. URL: <http://www.carpathianconvention.org/convention/protocols/> (дата звернення 09.10.2025)
3. Туск оголосив «війну» бобрам у Польщі після наради з міністром оборони. *Європейська правда*: веб-сайт. URL: <https://www.eurointegration.com.ua/news/2024/09/23/7194789/> (дата звернення 09.10.2025)
4. Bobrze, nie jest dobrze. *WWF Polska*: веб-сайт. URL: <https://www.wwf.pl/bobrze-nie-jest-dobrze> (дата звернення 09.10.2025)
5. «Немає ніякої схеми, як це будуть контролювати»: що відомо про заборону джипінгу в заповідних зонах Карпат. *Суспільне Львів*: веб-сайт. URL: <https://suspilne.media/lviv/953311-nemae-niakoi-shemi-ak-ce-budut-kontroluvati-so-vidomo-pro-zaboronu-dzippingu-v-zapovidnih-zonah-karpat/> (дата звернення 09.10.2025)
6. 20 років тому на Татри обрушилася катастрофа, яка кардинально змінила їх ландшафт. *Slovakinfo*: веб-сайт. URL: <https://slovakinfo.sk/ua/novyny-pro-pryrodu/20-rokiv-tomu-na-tatri-obrushilasya-katastrofa-yaka-kardinalno-zminila-%D1%97h-landshaft/> (дата звернення 09.10.2025)

XXI Всеукраїнські наукові Таліївські читання

7. У Румунії створюють найбільший заповідник дикої природи в Європі площею 100000 гектарів. LIGA.net: веб-сайт. URL: <https://life.liga.net/all/news/u-rumunii-stvoriuiut-naibilshyi-zapovidnyk-dykoi-pryrody-v-yevropi-ploshcheiu-100-000-hektariv> (дата звернення 09.10.2025)
8. CZECHIA. У Чехії будують дорожні мости для ведмедів. LIGA.net: веб-сайт. URL: <https://czechia-online.cz/u-chehiyi-buduyut-dorozhni-mosty-dlya-vedmediv/> (дата звернення 09.10.2025)

УДК 391.91+577.476+ 614.7

СУЧАСНІ АСПЕКТИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЛЮДИНИ

Некос А.Н., Безсонний В.Л., Балюк М.О.

nekos@karazin.ua, bezsonnyi@karazin.ua, maksym.baliuk@karazin.ua

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

Стаття присвячена аналізу екологічної та токсикологічної безпеки татуювальних пігментів у контексті розвитку світової тату-індустрії. Наведено дані лабораторних досліджень складу чорнил, міжнародних спостережень та клінічних випадків. Розглянуто ризики для здоров'я людини та необхідність запровадження регуляторних норм в Україні.

Ключові слова: *тату-пігменти, важкі метали, лабораторні дослідження, стандарти ЄС.*

The article is devoted to the analysis of the ecological and toxicological safety of tattoo pigments in the context of the development of the global tattoo industry. Laboratory data on the composition of inks, international observations, and clinical cases are presented. The risks to human health and the need to introduce regulatory standards in Ukraine are considered.

Keywords: *tattoo pigments, heavy metals, laboratory research, EU standards.*

Татуювання сьогодні перетворилося на елемент сучасної субкультури та самовираження, що зумовило стрімке зростання відповідної індустрії. За даними аналітичних звітів, ринок тату-фарб у 2024 році перевищив 1,2 млрд доларів і продовжує зростати щорічно на 6-7%. Компанії-гіганти з інших секторів починають інвестувати в цю сферу: зокрема, виробник Crocs - компанія Vista Outdoor (США) придбав частку у виробництві пігментів для тату, а BIC SA (Франція) викупила канадську компанію Inkbox Ink Inc. за 65 млн доларів. Ці факти свідчать, що тату-індустрія набуває промислового масштабу, а отже, потребує науково обґрунтованого контролю складу чорнил. В Україні це питання лише формується, і потребує як лабораторних досліджень, так і регулятивних ініціатив, подібних до Регламенту (ЄС) 2020/2081, який обмежує використання токсичних сполук у пігментах [1].

Міжнародні дослідження показують, що тату-пігменти можуть містити

широкий спектр металів, концентрації яких іноді перевищують безпечні рівні у десятки разів.

Власні лабораторні дослідження були проведені у 2025 році у навчально-дослідній лабораторії аналітичних екологічних досліджень ННІ екології Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Було проаналізовано 8 зразків фарб для тату різних кольорів та виробників. Результати показали, що рівень Ni перевищує допустимі норми ЄС у 2-6 разів, Cr - у 15-18 разів, Cd та Pb - у 2-5 разів. Такі концентрації свідчать про наявність потенційних токсикологічних ризиків і підкреслюють необхідність впровадження системи контролю та сертифікації тату-пігментів в Україні [2].

Європейські гістологічні дослідження виявили, що пігментні частинки татування можуть потрапляти до лімфатичних судин і накопичуватися у лімфатичних вузлах, де вони іноді імітують патоморфологічну картину метастазів. Ендокринні хірурги під час операцій на щитоподібній залозі почали помічати у пацієнтів з татуваннями збільшені та пігментовані лімфатичні вузли. Відзначалося, що ці вузли мали вигляд, подібний до вузлів шахтарів, які тривалий час контактують із вуглецевим пилом. Спостереження показали, що всі ці пацієнти мали великі татування [3].

Натомість, цікавим є дослідження, проведене у 2025 році в Huntsman Cancer Institute (University of Utah, США). Його автори висунули гіпотезу, що татування можуть збільшувати ризик меланоми, однак виявлені результати не підтвердилися. Після виконаних експериментів з залученням 7000 учасників виявлено, що у осіб із кількома татуваннями ризик меланоми був нижчим, тоді як у тих, хто мав лише одне тату - трохи вищим. Дослідники припустили, що це може бути пов'язано з підвищеною увагою людей із татуваннями до стану шкіри, частішими візитами до дерматолога або індивідуальними особливостями імунної відповіді.

Цей феномен не заперечує негативний вплив татувань на організм людини, але показує, що реальні наслідки можуть бути різновекторними і вимагають системних досліджень, а не гіпотетичних припущень [4].

Хімічний склад тату-пігментів може спричиняти різні біологічні ефекти - від зміни структури лімфатичних вузлів до потенційного впливу на розвиток онкологічних процесів. Піднята тема сьогодні більш, ніж актуальна, потребує подальших широкомасштабних досліджень з залученням фахівців різних профілів – від дерматологів до хіміків, удосконалення нормативної бази й підвищення рівня екологічної свідомості всіх учасників тату-індустрії як майстрів, так і тих, хто любить виглядати екстравагантно.

Список використаних джерел

1. Regulation (EU) 2020/2081 of the European Parliament and of the Council of 14 December 2020 concerning the safety of tattoo inks and permanent make-up.
2. Abed, S. et al. (2024). Chemical composition and toxicological assessment of modern tattoo inks. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 18, 100571.
3. Schreiver, I. et al. (2017). Synchrotron-based μ -XRF mapping and μ -FTIR microscopy of human tissue samples from tattooed skin and regional lymph nodes. *Scientific Reports*, 7, 11395.
4. Huntsman Cancer Institute, University of Utah. (2025). Study finds melanoma less common in individuals with several tattoos. [Електронний ресурс]. <https://healthcare.utah.edu/huntsmancancerinstitute/press-releases/2025/09/study-finds-melanoma-less-common-individuals-several-tattoos>

УДК 502.37.03.372.8.378

ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ ЧИННИК ФОРМУВАННЯ КУЛЬТУРИ МАЙБУТНЬОГО СУСПІЛЬСТВА

Некос А. Н., Кочанов Е.О., Уварова С.Д.

nekos@karazin.ua, kochanov@karazin.ua, sofiia.uvarova@student.karazin.ua

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

Україна

У статті висвітлено роль екологічної освіти як стратегічного чинника формування екологічної культури суспільства майбутнього. Проаналізовано методичні підходи до інтеграції пізнавальної, практичної та емоційно-ціннісної складових у навчальний процес. Розглянуто приклад методичної розробки для школярів «Живий мікросвіт як індикатор лісового здоров'я», що дозволяє спостерігати екологічні процеси та формувати навички наукового мислення. Показано, як польові дослідження сприяють розвитку екологічної свідомості, підкреслено значення природно-заповідних об'єктів як навчальних лабораторій для екологічної освіти, а також висвітлено методичні розробки для формування екологічної компетентності.

Ключові слова: *екологічна освіта, біоіндикатори, екологічна свідомість*

The article highlights the role of environmental education as a strategic factor in shaping the environmental culture of future society. Methodological approaches to integrating cognitive, practical, and emotional-value components into the educational process are analyzed. An example of a methodological development for school students, "The Living Microcosm as an Indicator of Forest Health," is presented, which enables observation of ecological processes and the development of scientific thinking skills. The study demonstrates how field research contributes to the development of environmental awareness, emphasizes the importance of protected natural areas as educational laboratories for environmental education, and presents methodological approaches aimed at forming environmental competence.

Keywords: *environmental education, bioindicators, environmental awareness*

Стан довкілля сьогодні показує, що головним завданням людства є не підкорення природи, а навчання співіснування з нею. Здатність людини розуміти закономірності та обмеження природного світу стає визначальною умовою

розвитку цивілізації. Екологічна освіта виходить за межі традиційного навчання — вона перетворюється на культурний процес, що формує цінності, моральну чутливість і внутрішню потребу берегти довкілля, відновлюючи порушений століттями зв'язок між людиною і природою. У цьому контексті важливе усвідомлення взаємозв'язку всіх живих організмів та екологічних процесів, адже навіть найдрібніші елементи природи можуть бути показником загального стану довкілля[1].

У сучасних тенденціях природа виступає і як об'єкт вивчення, і як партнер у пізнанні, формуючи уважність, співчуття, дбайливість і відповідальність. Практична взаємодія людини з природою виховує покоління, яке буде здатне приймати етичні рішення на користь довкілля. У цьому плані однією з провідних тенденцій сучасної педагогіки є перехід до діяльнісного навчання, у якому діти та підлітки можуть ставати активними дослідниками. Спостереження у природі й власний досвід забезпечать глибше розуміння того, що відбувається у навколишньому середовищі.

Важливою основою є концепція Нової української школи, яка зорієнтована на розвиток компетентностей, критичного мислення та екологічної свідомості. Польові заняття, спостереження в природі та навчальні дослідження поєднують науку, практику й виховання, створюючи умови для активного залучення учнів у процес дослідження навколишнього світу[2].

Для практичного впровадження екологічної освіти у шкільну програму автори працюють над циклом методичних розробок для школярів, які пропонується використовувати на базі об'єктів природно-заповідного фонду — як використання можливостей проведення «екоуроків на природі». Одним з таких навчальних екоцентрів на Харківщині можна вважати Національний природний парк «Слобожанський». Тут за допомогою науковців парку є можливість інтегрувати польові спостереження та роботу школярів у команді, формуючи навички дослідницької практики й екологічного мислення.

Одним із прикладів для «екоуроків на природі» є методична розробка «Живий мікросвіт як індикатор лісового здоров'я» для учнів 5–7 класів. Заняття

дає змогу відчувати себе справжніми дослідниками природи, що сприяє глибшому усвідомленню лісової природної системи та ролі дрібних організмів у збереженні її життєздатності. У якості обладнання для польових робіт потрібні лупи, бланки спостережень, фотоапарати, польові щоденники для запису вражень і емоцій.

Науковий співробітник парку починає заняття з вступної бесіди про живий мікросвіт лісу. Він розповідає, що навіть у звичному лісі існують непомітні дрібні складові лісу — тонкі павутинні нитки, дрібні комахи, крапельки роси та пил, які утворюють складну екологічну систему. Співробітник парку показує як спостерігати за цим дрібним мікросвітом: звертати увагу на павутину між гілками, під листям, на кущах і стовбурах дерев, а також на взаємодію павутинних ниток зі світлом та вологістю. Він підкреслює, що кожен елемент мікросвіту несе інформацію про стан навколишнього середовища — щільність та колір ниток можуть свідчити про чистоту повітря, наявність дрібних комах — про біорізноманіття, а пил або забруднення — про антропогенний вплив. Науковий керівник детально інструктує щодо спостережень, фіксації даних та ведення польового щоденника, супроводжує процес досліджень, відповідає на запитання та заохочує до самостійного аналізу.

На наступному етапі учнів організовують у малі групи з розподілом за видами діяльності та відповідальності: дослідник, фотограф, літописець та доповідач. Школярі проводять дослідження на двох ділянках: у віддаленій частині лісу та поблизу дороги. Учні порівнюють щільність і колір павутинних ниток, наявність комах, освітлення та вологість, фотографують об'єкти й занотовують спостереження. Робота з мікросвітом павутини також допомагає учням помічати зміни в природі протягом часу, формуючи довготривалі навички спостереження та дослідництва.

Науковий керівник допомагає узагальнити результати й пояснює взаємозв'язок між умовами середовища та станом мікросвіту. Наприкінці дослідницькі групи презентують результати, демонструють світлини та обговорюють висновки. Такий підхід формує практичні навички спостереження, аналізу та узагальнення, розвиває критичне мислення, уміння працювати в

команді та приймати обґрунтовані рішення, поглиблює екологічну свідомість і виховує відповідальне ставлення до природи.

Під час прикінцевого аналізу виконаних польових робіт керівнику треба приділити увагу аналізу усіх етапів роботи: з'ясувати чи навчилися учні зіставляти спостереження з умовами середовища, формулювати гіпотези та обґрунтовувати висновки.

Науково-методична цінність таких розробок полягає у поєднанні отримання природничих знань, практичних навичок польових досліджень та формуванні екологічного мислення. Все це сприяє розвитку у школярів уміння помічати малопомітні деталі, розглядати складні взаємозв'язки та усвідомлювати відповідальність людини за стан довкілля, перетворюючи навчальний процес на активне пізнання природи.

Список використаних джерел

1. Касіянова О. А. Розвиток екологічного мислення учнів у навчально-виховному процесі. Київ: Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, 2024. С. 181–183. URL: <https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/34763/Kasianova.pdf?sequence=1>
2. «Нова українська школа»: ключова реформа МОН України. Київ: Міністерство освіти і науки України, 2018. URL: <https://mon.gov.ua/tag/nova-ukrainska-shkola?&tag=nova-ukrainska-shkola>

УДК 378:504

ВЗАЄМОДІЯ ЛЮДИНИ І ДОВКІЛЛЯ: ВІД АНТИЧНОСТІ ДО СУЧАСНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ КРИЗИ

Некос А. Н. , Луценко А. В.

nekos@karazin.ua , anna.lutsenko@student.karazin.ua

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

Дослідження історичних етапів взаємовідносин людини і довкілля демонструє динаміку світоглядів від поклоніння природі до її підкорення. Аналіз взаємодії людини і довкілля від Античності до Нового часу показує антагоністичні моделі співіснування. Поступове підкорення природи стало головною причиною сучасної екологічної кризи. Концепція ноосфери та екологічна етика, виступають як відповідь на історичні помилки і закликають людство до переходу на засади сталого збалансованого співіснування.

Ключові слова: *екологічна свідомість, антропоцентризм, екоцентризм, ноосфера, сталий розвиток, екологічна етика.*

The study of the historical stages of the relationship between man and the environment demonstrates the dynamics of worldviews from the worship of nature to its subjugation. The analysis of the interaction of man and the environment from Antiquity to the Modern Age shows antagonistic models of coexistence. The gradual subjugation of nature has become the main cause of the modern ecological crisis. The concept of the noosphere and ecological ethics act as a response to historical mistakes and call on humanity to transition to the principles of sustainable balanced coexistence.

Keywords: *ecological consciousness, anthropocentrism, ecocentrism, noosphere, sustainable development, ecological ethics.*

Сучасні глобальні екологічні виклики вимагають світоглядної трансформації у суспільстві. Питання взаємодії людини та природи має глибоке історичне коріння, адже від розуміння цієї взаємозалежності формується подальший розвиток сучасного суспільства. Вивчення історичних підходів до взаємовідносин людини і довкілля дозволяє усвідомити, як змінювалися уявлення про природу та знайти причини екологічних криз минулого. Саме

минуле дає можливість знайти витoki екологічної свідомості й сформувати засади гармонійного співіснування людини і природи у майбутньому.

Аналіз історичних етапів становлення уявлень про взаємозв'язок природи та людини надає можливість визначити основні закономірності їх розвитку та визначити вплив цих процесів на сучасну екологічну думку. Історія людства є нерозривною історією взаємодії з природою. Первісні племена ототожнювали себе з природними стихіями (тотемізм, анімізм), що формувало глибоку повагу до довкілля й усвідомлення його сили. У найдавніші часи домінував зоо- та фітоморфізм, коли природу сприймали як живу істоту, а людина - лише її частина. Цей первинний світогляд, функціонуючи через тотемні обмеження і табу, забезпечував збалансоване співіснування з-природою.

У період давніх цивілізацій зростання виробничої діяльності зумовило перехід від споглядального до практичного ставлення до природи. Грецькі мислителі (Геракліт – близько 535-475 рр. до н.е., Демокріт близько 460-370 рр. до н.е., Аристотель – 384-322 рр. до н. е.) наголошували на необхідності пізнання законів природи. Перша антропоцентрична теорія (V ст. до н.е.), стверджувала, що людина є «міра всіх речей» (Протагор близько 490 – 420 рр. до н. е), відсуваючи закони природи на другий план. Подальший розвиток у Римській культурі посилив ідею підкорення природи та господарського освоєння довкілля. Також існували екоцентричні погляди, що підкреслювали гармонію між природою та людиною. Праці Гіппократа та Аристотеля (IV ст. до н.е.) формували повагу до природи.

Епоха Нового часу (XVII–XVIII ст.) стала апогеєм антропоцентризму, який остаточно перетворив природу на ресурс. Це пряма точка відліку більшості сучасних екологічних проблем.—Концепція Ф. Бекона (1561–1626 рр.) формулювала «Знання - сила»,а ідея його, що саме наука повинна підкорювати природу. Р. Декарт (1596–1650 рр.) розділив - розум (людина) і матерія (природа), перетворивши світ на живу і неживу складові. Ланцюг мислення від Декартівських ідей до зняття етичних обмежень по відношенню до природи став каталізатором наступної Промислової революції. Початок науково-технічного

прогресу (друга половина XVIII ст.) водночас спричинив глобальні зміни у біосфері [1], що проявилось у XIX–XX ст. через розвиток промисловості та урбанізацію.

Реакцією на екологічну кризу по відношенню до природи стало виникнення нових наукових напрямів: екології (Е. Геккель – 1866 р.) та еволюційного вчення (Ч. Дарвін – 1859 р., Ж.-Б. Ламарк – 1809 р.), що започаткували наукове розуміння взаємодії живого та неживого. Концепція ноосфери, розроблялась (1920-1940 рр.) і запропонована В.І. Вернадським стала філософським обґрунтуванням відповідального ставлення людини до планети. Вернадський В.І. стверджував, що діяльність людини є новою геологічною силою, яка повинна зрозуміти принцип свідомого управління природою.

У другій половині XX на початку XXI століття усвідомлення вичерпаності природних ресурсів і забруднення довкілля призвело до потреби людства у створенні балансу між економічними, соціальними та природними чинниками. Ключову роль тут відіграла екологічна етика, сформульована Олдо Леопольдом у його роботі «Етика Землі» (1949 р.). Ці підходи вимагають етичного відношення до природи та формують нові моральні орієнтири (А. Наєс – 1973р., Г. Хардін – 1968 р.), і визнання цінності біосфери.

Слід зауважити, що історичний досвід взаємовідносин людини і природи є важливим джерелом для формування сучасного екологічного світогляду. Минуле навчає, що виживання людства неможливі без поваги до законів природи [1–4]. Отже, екологічна свідомість, етика і концепція ноосфери вимагають інтеграції наукових знань зі світоглядною відповідальністю до навколишнього середовища. [1–4].

Список використаних джерел

1. Вернадський В. І. Біосфера і ноосфера. Київ: Наук. думка, 1989. 263 с.
2. Акопян В. Г. Культура життєдіяльності особистості в контексті екологічної парадигми : дис. ... д-ра філос. наук : 09.00.03. Київ, 2012. 216 с.
3. Кратко О.В., Мунтян Л.Я., Демчук Л.І. Екологічна безпека України в контексті сталого розвитку. Екологічні науки : науково-практичний журнал. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління. Київ : Видавничий дім «Гельветика», 2021. № 7(34). С. 219-224.
4. Гродзинський М. Д. Стійкість геосистем до антропогенних навантажень. Київ : Лікей, 1995. 233 с.

УДК 378.147:912

АСПЕКТИ ГУРТКОВОЇ РОБОТИ ЕКОЛОГІЧНОГО СПРЯМУВАННЯ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Федонюк В.В., Федонюк М.А.

Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна

ecolutsk@gmail.com,

У статті розглянуто роль і значення неформальної освітньої діяльності у системі вищої освіти, зокрема факультативної та гурткової роботи, як ефективного інструменту формування професійних і дослідницьких компетентностей здобувачів. На прикладі діяльності кафедри екології Луцького національного технічного університету проаналізовано досвід роботи студентських конструкторсько-технічних бюро (СКТБ) та наукових гуртків. Особливу увагу приділено діяльності СКТБ «Екомоніторинг» і гуртка «Екологічна безпека Полісся», що сприяють залученню студентів до наукових досліджень, розвитку екологічного мислення та практичних навичок роботи з ІКТ, ДЗЗ, біоіндикаційними методами й моніторингом довкілля. Підкреслено значення неформальної освіти для формування у здобувачів soft skills, розвитку дослідницької ініціативи та підготовки до майбутньої професійної діяльності.

Ключові слова: *неформальна освіта, факультативна робота, студентське конструкторсько-технічне бюро, екологічна освіта, дослідницькі компетентності, Луцький національний технічний університет, СКТБ «Екомоніторинг».*

The article examines the role and significance of non-formal educational activities in the higher education system, particularly extracurricular and club-based work, as an effective tool for developing students' professional and research competencies. Using the experience of the Department of Ecology at Lutsk National Technical University as an example, the paper analyzes the activities of student design and technical bureaus (SDTBs) and scientific student clubs. Special attention is given to the SDTB "Ecomonitoring" and the scientific club "Ecological Safety of Polissia," which engage students in research, promote environmental awareness, and develop practical skills in ICT, remote sensing, bioindication methods, and environmental monitoring. The study highlights the importance of non-formal education for shaping students' soft skills, research initiative, and preparedness for future professional activity.

Keywords: *non-formal education, extracurricular activities, student design and technical bureau, environmental education, research competencies, Lutsk National Technical University, SDTB "Ecomonitoring".*

У системі вищої освіти одним з ефективних інструментів підвищення якості навчальної підготовки здобувачів у системі вищої освіти є факультативні або гурткові методи роботи, яким в наш час не завжди надається належна увага в університетській спільноті. Така неформальна освітня діяльність дозволяє не лише сформувати у майбутніх фахівців додаткові навички та уміння, але і залучити здобувачів до наукової роботи, закласти основи їх майбутньої дослідницької діяльності, розширити перелік набутих soft skills, як зазначалося у дослідженнях Федонюк В.В., Іванціва В.В., Волянського В.О., Пушкар Н.С., Федонюка М.А., Панькевича С.Г. [1; 2; 3; 4; 5] та інших авторів.

Водночас саме неформальна робота здобувачів під керівництвом наставника – науковця або інженерно-технічного фахівця університету – часто стає тією першою сходинкою на шляху вибудовування майбутньої наукової чи дослідницької кар'єри, вибору фаху і спеціалізації випускника після завершення ним формальних етапів навчання у закладі вищої освіти (далі – ЗВО). Такий досвід вибудовує протягом останніх років Луцький національний технічний університет, в якому вітаються нестандартні підходи і студентоорієнтованість професійної діяльності викладацьких колективів.

Все це визначило актуальність теми даного дослідження та поставленої мети даної роботи – проведення аналізу роботи гуртків і студентських конструкторсько-технічних бюро, які працюють в Луцькому національному технічному університеті (далі – ЛНТУ) на базі кафедри екології.

В ЛНТУ в процесі реалізації студентоцентричних підходів до підготовки майбутніх фахівців технічних напрямків, формування «студентодружнього» середовища в межах сучасного університетського кампусу впроваджується розширене використання факультативних методів поглибленої підготовки здобувачів з орієнтацією на практичні, прикладні аспекти такої підготовки.

Для цього в університеті сформовано систему СКТБ (студентських конструкторсько-технічних бюро), які працюють майже на кожній кафедрі. Їх очолюють провідні фахівці, які мають відповідні навички та вміння, а також

бажання займатися з молоддю не тільки під час занять, але і поза межами обов'язкового навчального навантаження. Дана робота здійснюється не на громадських засадах, вона є оплачуваною для викладача.

Назва «студентське конструкторсько-технічне бюро» є дещо узагальненою і умовною, мова йде про гурткову і факультативну роботу у відповідності до спеціалізації кафедри та особливостей освітньої програми (адже в університеті працюють не лише технічні, але і економічні, ІТ та аграрно-природничий факультети). На кафедрі екології, зокрема, тривалий час додаткові заняття із здобувачами проводяться на базі СКТБ «Екомоніторинг» (<https://lntu.edu.ua/uk/struktura/cafedries/kafedra-ekolohiyi/naukova-diyalnist-kafedry-ekolohiy/sktb-ekomonitorynh>) та наукового гуртка «Екологічна безпека Полісся». Залучаються до їх роботи не лише студенти – екологи, але і здобувачі інших освітніх програм факультету аграрних технологій та екології, небайдужі до сучасних екологічних проблем та пошуку шляхів їх вирішення. Основними напрямками роботи СКТБ «Екомоніторинг» є дослідницько-пошукова робота студентів під керівництвом наставника за наступними напрямками: сучасні галузі застосування методів ІКТ та ДЗЗ у сфері природничих, екологічних та аграрних наук; електронні визначники видів живих організмів, робота з визначниками онлайн і офлайн; аналіз додатків для запису GPS-треків для польових досліджень; сучасні системи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та можливості застосування їх даних у екології і аграрних науках; аналіз наслідків війни для об'єктів довкілля в Україні; сучасні інформаційно-вимірювальні системи моніторингу атмосферного повітря, водних об'єктів та ґрунтів; організація польових радіометричних вимірювань, та інші. Науковий гурток «Екологічна безпека Полісся» проводить дослідження за наступними актуальними напрямками: 1) Аналіз регіональних проявів кліматичних змін в Поліському регіоні та їх впливу на ландшафтні комплекси і господарську діяльність людини. 2) Вивчення структури та перспектив розширення ПЗФ Волинської області та суміжних регіонів. 3) Оцінка екологічного стану м. Луцька та Луцької ТГ. 4) Аналіз динаміки стихійних небезпечних природних явищ в

регіоні та їх екологічного впливу. 5) Вивчення перспективних біоіндикаційних методів моніторингу стану довкілля. 6) Особливості організації мереж недержавного екологічного моніторингу. 7) Оцінка впливу військових дій на екологічний стан природно-ландшафтних комплексів України та Волині.

Основними проблемними питаннями, що розглядались на гурткових заняттях протягом минулого навчального року, були: особливості проектування мережі природоохоронних об'єктів, екологічної мережі у нашому регіоні; єдина державна система запобігання аваріям, катастрофам та надзвичайним ситуаціям і реагування на них; сучасний стан шумового автотранспортного забруднення у житлових районах м. Луцька та шляхи зменшення його негативного впливу; оцінка впливу антропогенного забруднення на урбоекосистеми Західного регіону України; вплив сучасних кліматичних змін на природно-господарські комплекси зони Полісся; екологічні проблеми в об'єктах ПЗФ Волинської області.

Результатами роботи наукового гуртка і студентського наукового бюро є численні публікації здобувачів – учасників цих об'єднань (серед яких – статті у журналах, що індексуються у НМБД Scopus, у фахових журналах категорії Б), перемоги у Всеукраїнських студентських конкурсах наукових робіт, участь у Всеукраїнських та Міжнародних науково-практичних конференціях, участь у екохакатонах, пленерах, наукових пікніках та інших наукових і творчих заходах в регіоні.

Неформальний підхід до проведення занять, робота в польових умовах, в об'єктах природно-заповідного фонду регіону, індивідуальний підхід до кожного студента, врахування його здібностей та уподобань – все це робить успішною дану форму факультативної гурткової діяльності у закладах вищої освіти технічного напрямку.

Список використаних джерел

1. Федонюк, В.В., Іванців, В.В., Федонюк, М.А. & Волянський, В.О. (2017). *Роль використання об'єктів природно-заповідного фонду для вдосконалення системи екологічної освіти*. Наукові записки. Випуск 11. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і

технологічної освіти. Частина 4. Кропивницький: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. С.198-202.

URL: <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/NZ-PMFMTO/article/view/1251>

2. Федонюк, В.В., Іванців, В.В., Федонюк, М.А. & Панькевич С.Г. (2015). *Приклади використання інтернет-ресурсів у практичному курсі дисципліни «Заповідна справа»*. Інформаційні технології і засоби навчання. № 2 (46). С. 109-123. URL:

http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2015_46_2_13

3. Федонюк, В.В., Федонюк, М.А. & Панькевич, С.Г. (2013). *Досвід використання програми Google Earth при викладанні географічних дисциплін*. Інформаційні технології і засоби навчання. Вип. 38 (6). 138-148.

4. Федонюк, В. В., Федонюк, М. А. & Пушкар, Н. С. (2021). *Застосування ІКТ при розробці STEM-проектів у природничо-географічній позашкільній освіті*. Інформаційні технології і засоби навчання. 85(5). С. 78 – 94. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v85i5.39555>

5. Федонюк М.А., Федонюк В.В. *Використання інструментів EOS DATA ANALITICS для моніторингу сільськогосподарських земель*. Сільськогосподарські машини. Збірник наукових статей. Вип. 42. Луцьк: 2019. С. 96 – 104. DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi42.182>

Наукове видання

Охорона довкілля

Збірник наукових статей
XXI Всеукраїнських наукових
Таліївських читань

Українською, англійською мовами

Підписано до друку 30.10.2024 р. Формат 60х84/16
Папір офсетний. Друк ризографічний.
Ум. друк. арк. 11,5. Обл.-вид. арк. 13,6.
Наклад 30 пр., зам. №

61022, Харків, майдан Свободи, 6,
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Надруковано: ХНУ імені В. Н. Каразіна
61022, Харків, майдан Свободи, 4,
Видавництво
тел. (057)705-24-32

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.09