

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В. Н. КАРАЗІНА
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕКОЛОГІЇ



**Екологія, охорона навколишнього
середовища та збалансоване
природокористування:
освіта – наука – виробництво – 2025**

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ ДОПОВІДЕЙ
XXVII Міжнародної науково-практичної
конференції
м. Харків, 24-25 квітня 2025 року**

Харків
2025

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В. Н. КАРАЗІНА
Навчально-науковий інститут екології**



**ЕКОЛОГІЯ, ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА
ЗБАЛАНСОВАНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ: ОСВІТА –
НАУКА – ВИРОБНИЦТВО – 2025**

Матеріали XXVII Міжнародної науково-практичної конференції

Харків
2025

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
N. KARAZIN KHARKIV NATIONAL UNIVERSITY KarazinInstitute of
Environmental Sciences**



**ECOLOGY, ENVIRONMENTAL PROTECTION AND BALANCED
ENVIRONMENTAL MANAGEMENT:
EDUCATION – SCIENCE – PRODUCTION – 2025**

ABSTRACTS OF THE XXVI INTERNATIONAL CONFERENCE

Kharkiv
2025

*Посвідчення Укр. ІНТЕІ № 713 від 09 грудня 2024 року
Затверджено до друку рішенням Вченої ради ННІ екології
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна
(протокол № 14 від 26.05.2025 р.)*

Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво – 2025: зб. мат. XXVII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 24-25 квітня 2025 року). Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2025. 151 с.

ISBN

Збірник складають матеріали доповідей, у яких розглядаються питання збалансованого природокористування, менеджменту довкілля, техногенної безпеки, природоохоронної діяльності та заповідної справи, а також найкращі практики екологічної освіти та питання міжнародного співробітництва задля охорони навколишнього середовища.

Ecology, environmental protection and balanced environmental management: education – science – production – 2025: Abstracts of XXVII International scientific conference (Kharkiv, April 24-25, 2025). Kharkiv: V. N. Karazin Kharkiv National University, 2025. 151 p.

ISBN

The book contains abstracts on innovative approaches for environmental problem solutions, balanced nature management, environmental management, safety, environmental protection and conservation, best practices on environmental education and international cooperation for environmental protection

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

Матеріали друкуються мовою оригіналу

Адреса редакційної колегії:

61022, м. Харків-22, майдан Свободи, 6, к. 481

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Навчально-науковий інститут екології.

Тел. 707-54-47, e-mail: ecology.ecology@karazin.ua



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

The publication was prepared in the framework “Integrated of ERASMUS+ project “Integrated Doctoral Program for Environmental Policy, Management and Technology – INTENSE”” and ERASMUS+ project - Jean Monnet Module “Instruments of the EU Environmental Policy – INENCY”, financed by European Commission. Responsibility for the information and views set out in this publication lies entirely with the authors.

© Харківський національний університет
імені В.Н. Каразіна, 2025
© Мельник Д. О., макет обкладинки, 2025

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова оргкомітету:

Ганна ТІТЕНКО

- директор Навчально-наукового інституту екології, кандидат географічних наук, доцент.

Заступник голови оргкомітету:

Андрій АЧАСОВ

- в.о. завідувача кафедри екології та менеджменту довкілля Навчально-наукового інституту екології, доктор сільськогосподарських наук, професор.

Члени оргкомітету:

Людмила БАСКАКОВА

- інженер I категорії Навчально-дослідної лабораторії еколого-токсикологічних досліджень Навчально-наукового інституту екології.

Олена ГОЛОЛОБОВА

- доцент кафедри екологічного моніторингу та заповідної справи, кандидат сільськогосподарських наук, заступник директора Навчально-наукового інституту екології з наукової роботи.

Олексій КРАЙНІЮКОВ

- професор кафедри екологічної безпеки та екологічної освіти Навчально-наукового інституту екології, доктор географічних наук, професор.

Надія МАКСИМЕНКО

- завідувач кафедри екологічного моніторингу та заповідної справи Навчально-наукового інституту екології, доктор географічних наук, професор.

Алла НЕКОС

- завідувач кафедри екологічної безпеки та екологічної освіти Навчально-наукового інституту екології, доктор географічних наук, професор.

Алістер БОКСОЛЛ

- професор кафедри екології та географії Університету Йорка (Велика Британія), PhD.

Катерина УТКІНА

- дослідник Технологічного університету Лулео (Швеція), кандидат географічних наук.

Алла АЧАСОВА

- співробітник Науково-дослідного інституту меліорації та охорони земель (Чехія), кандидат біологічних наук.

Олена СТЕПОВА

- завідувач кафедри прикладної екології та природокористування Національного університету Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка, доктор технічних наук.

Святослав БАЛЮК

- директор ННЦ «ІА імені О.Н. Соколовського», академік НААН, доктор сільськогосподарських наук, професор.

Анатолій ГРИЦЕНКО

- директор науково-дослідної установи «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» доктор географічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України.

Калев СЕПП

- професор Естонського університету природничих наук (Естонія), DrSc.

Антон ШКАРУБА

- старший науковий співробітник Естонського університету природничих наук (Естонія), кандидат географічних наук.

Лідія ГОРОШКОВА

- професор кафедри екології Національного університету «Києво-Могилянська академія», доктор економічних наук, професор.

Олександр ГАРБАР

- завідувач кафедри екології та географії Житомирського державного університету імені Івана Франка, доктор біологічних наук, професор.

Зміст

І. ЗБАЛАНСОВАНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА МЕНЕДЖМЕНТ ДОВКІЛЛЯ

Ачасов А.Б.

Ландшафтне планування на місцевому рівні: аналіз нормативної бази та практичні аспекти 9

Ачасов А. Б., Немошкалов О. М.

Проблеми екологічного аудиту земельних ресурсів в Україні 10

Березовський О.І.

Прогнозування водної ерозії ґрунтів в Україні за допомогою WEPP..... 13

Биндич Т.Ю.

Діагностика та параметризація латеральної неоднорідності ґрунтів на основі даних багатоспектрального космічного сканування 15

Бота О. В.

Інноваційні підходи щодо збереження довкілля в Україні у контексті надання ESG-послуг 18

Вернігорова Н. В.

Розвиток міського лісового господарства в Україні..... 21

Гололобов В.В., Гололобова О.О.

Біологічний захист каштана звичайного (*Aesculus hippocastanum*) від шкідників і хвороб: оцінка ефективності біопрепаратів..... 24

Гололобова О.О., Любова В. П., Любов Є. О.

Дослідження громадської думки щодо якості поверхневих вод та питної води в Кременчуцькому районі Полтавської області..... 27

Горишнякова Я.В., Маркіна Н.К.

Методологія оцінки інтенсивності впливу кар'єрного відпрацювання межирічного родовища розсипних титанових руд на підземні води..... 30

Данильченко В.С., Кот А.Г.

Проблема деградації ґрунтового покриву Краснокутської ОТГ..... 33

Дрозд О. М., Дядін Д.В.

Проблеми розвитку природоохоронних територій в умовах впливу сільського господарства..... 35

Дьомкін О.О., Дегтярьова З.О.

Вплив способів обробітку ґрунту на проективне покриття ґрунту..... 38

Жук Ю. І., Бухта І. О.

Туризм як чинник трансформації екосистемних послуг..... 40

Журавель О.М., Шевченко М.В.

Вплив технологій мінімального обробітку на твердість ґрунту в умовах Полтавської області..... 43

Карпишин М. С.

Значення зелених зон для психоемоційного здоров'я мешканців міст..... 45

Кулик М. І., Паніна К. І.

48

Стан якості поверхневих вод річки Ворскла в межах Полтавської області.....	
Лісняк А. А., Ганніч В. В.	
Дослідження вмісту нітратів у сільськогосподарській продукції комуни Тронгейм (королівство Норвегія).....	50
Лучак І.П., Семак У.Й.	
Екологічна роль та вуглецевий потенціал самосійних лісів на сільськогосподарських землях.....	53
Майкович В.Є.	
Моніторинг довкілля під час будівництва та експлуатації малих ГЕС.....	55
Максименко Н.В., Столов В.О.	
Негативний ефект від стихійних сміттєзвалищ та шляхи розв'язання проблеми.....	58
Михайлюк Ю.Д., Мурава О.І.	
Розробка стратегій зниження антропогенного навантаження на довкілля.....	60
Мормуль О. В., Кот А.Г.	
Стан якості поверхневих вод природних джерел Шевченківського району м. Харків.....	62
Нестеренко Д.Є., Карпов В.Г.	
Стан якості поверхневих вод р. Ворскли в Охтирському районі, Сумської обл.	63
Радомська М.М., Шевкун А.Ю.	
Екосистемні аспекти розвитку зеленої мережі міст.....	65
Радченко Д. Р., Гречко А.А.	
Обстеження зелено-блакитної інфраструктури Салтівського району.....	66
Сєдов А.О., Ачасов А.Б., Селіверстов О.Ю., Лисак Р.А., Калашніков Р.Р.	
До питання проблематики ідентифікації водних об'єктів засобами дистанційного зондування землі.....	68
Тарасюк М.В., Барабаш О.В.	
Менеджмент довкілля в установах природно-заповідного фонду українських Карпат.....	70
Тичковський С.І., Челядин Л.І.	
Ефективність сучасних методів очищення стічних вод від фармацевтичних препаратів.....	73
Тітенко Г.В., Проценко А.О.	
Досвід пілотного опитування громадськості щодо менеджменту довкілля на місцевому рівні (на прикладі Великосорочинської сільської територіальної громади Полтавської області).....	75
Тітенко Г.В., Сілутіна К.В.	
Можливості та обмеження використання біологічних та технологічних методів відновлення ґрунтів.....	78
Шевченко А.Є., Кот А.Г.	
Агроекономічний аналіз врожайності культур на прикладі дослідного поля ДБТУ.....	81

2. ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА: СТРАТЕГІЯ РОЗВИТКУ

Ачасова А.О.

Тенденції розвитку аграрної освіти в світі цифрових технологій..... 83

Безроднова О.В.

Екологічна складова у навчанні магістрів-біологів (сучасний етап та стратегія розвитку)..... 86

Літвак О.А., Літвак С.М.

Використання кейс-методу в навчальному процесі для формування екологічної культури студентів..... 89

Логвіненко І.М.

Екологічна свідомість як ключовий результат екологічного виховання..... 92

Мандрик О.М., Хованець М.Т.

Реконструкція каналізаційних очисних споруд м. Івано-Франківська..... 95

Орфанова М.М., Мандрик О.М.

Екологізація освітнього середовища..... 98

Ричак Н.Л.

Методи досягнення програмних результатів навчання при опануванні навчальної дисципліни "Оптимізація природокористування"..... 100

Сараненко І.І.

Геоінформаційна освіта в контексті сталого розвитку: можливості Humanitarian Openstreetmap Team..... 103

Щокіна М. М.

Комфортне життя в малих містах: екологічний та соціальний потенціал (на прикладі м. Люботин)..... 105

3. ПРИРОДООХОРОННА ДІЯЛЬНІСТЬ ТА ЗАПОВІДНА СПРАВА

Крайнюков О. М., Проненко М.О.

Вплив мікропластику на біоорганізми водних об'єктів..... 108

Крижанівський Є.І., Угриновський І.Т.

Роль енергоефективного будівництва в збереженні екосистем природоохоронних територій Прикарпаття..... 111

Шека К.О.

Вплив воєнних дій на природно-заповідний фонд Київщини: загрози, наслідки та відновлення..... 113

4. ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА ТА ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ

Біньковський А.О.

Лісовий фонд України в умовах війни: виклики та перспективи відновлення..... 114

116

Бірюков О.В.	
Екологічна оцінка якості вод річки Казенний Торець.....	
Гарбар О.В., Гарбар Д.А.	
Оцінка екологічних збитків екосистем на основі енергетичних показників та даних ДЗЗ на прикладі НПП «Кам'янська Січ»	119
Данник К.Є., Безсонний В.Л.	
Оцінка просторової динаміки забруднення повітря в місті Копенгаген за допомогою індексу AQI.....	121
Карпов В.Г., Мазур Д.О.	
Повоєнне відновлення Нікопольської міської територіальної громади: екологічні аспекти.....	124
Kryvenko G.M.	
Assessment of greenhouse gas emissions across the well life cycle.....	127
Мюраєнко А.Ю., Безсонний В.Л.	
Індексний підхід до аналізу якості води р. Сіверський донець в умовах антропогенного навантаження.....	130
Некос А. Н., Безсонний В. Л., Хадускіна К. В.	
Визначення потенційної можливості використання поверхневих вод річок басейну Сіверського Дінця у якості джерел питного водопостачання.....	133
Олексів Н.І., Погорєлова О.М., Бицюра Л.О.	
Техногенна безпека та екологічні наслідки військових дій.....	136
Перхач О. Р.	
Вплив російсько-української війни на природні ресурси України.....	137
Пожогін О.В., Погорєлова О.М., Гуменюк Ю.В.	
Війна і природа: виклики та шляхи відновлення екологічної рівноваги в Україні.....	140
Солянік Д.Ю., Безсонний В.Л.	
Просторовий аналіз якості повітря в місті Ганновер на основі індексу забруднення повітря (ІЗП).....	142
Суліма Є. О., Мандрик О. М.	
Екологічні наслідки буріння газовидобувних свердловин в умовах війни в Україні.....	145
Фомічова О.В.	
Хвостосховища як фактор техногенної та екологічної небезпеки в умовах військових дій.....	147
Черняк Л.М., Томаш Манецькі, Міхєєв О.М., Дмитруха Т.І., Грама О.Ю.	
Оцінка рівня екологічної безпеки ґрунту в зоні впливу аеропорту.....	149

І. Збалансоване природокористування та менеджмент довкілля

УДК 911.2/3

ЛАНДШАФТНЕ ПЛАНУВАННЯ НА МІСЦЕВОМУ РІВНІ: АНАЛІЗ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ

Ачасов А.Б., доктор с.-г. наук

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

Ландшафтне планування (ЛП) на місцевому рівні виступає ключовим інструментом забезпечення сталого розвитку територіальних громад, що передбачає інтегрований підхід до управління землекористуванням з урахуванням екологічних, соціальних та економічних факторів. Метою є гармонізація взаємодії між людиною та довкіллям, збереження біорізноманіття, природної та культурної спадщини, а також забезпечення екологічної безпеки.

Аналіз нормативної документації показує, що правове регулювання ландшафтного планування на місцевому рівні здійснюється на основі Законів України «Про регулювання містобудівної діяльності» та «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо планування використання земель». Згідно з цими документами, ЛП є складовою частиною комплексного плану просторового розвитку території територіальної громади. Проте, питання розробки ландшафтних планів висвітлені доволі скупо.

Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку розроблення, оновлення, внесення змін та затвердження містобудівної документації» № 926 від 1 вересня 2021 року та Державних будівельних норм України ДБН Б.1.1-14:2021 «Склад та зміст містобудівної документації на місцевому рівні», ландшафтне планування визначає стан компонентів довкілля і природоохоронних територій, особливості природокористування, відповідні конфлікти та ризики, а також цілі та заходи з розвитку і збереження компонентів довкілля.

Проведений аналіз ДБН Б.1.1-14:2021 виявив певні розбіжності між інформаційними блоками, зокрема, перелік об'єктів ландшафтного плану (п. 5.25.5) є неповним, що може викликати неузгодженість дій при розробці ландшафтного плану, непорозуміння між замовниками та виконавцями, а також може знизити ефективність ЛП як важливої складової просторового планування території громад.

Важливим аспектом є відсутність у нормативних актах професійних вимог до розробників ландшафтних планів. Відповідно, виконавці, які не мають профільної географічної або екологічної освіти можуть бути дезорієнтовані розбіжностями у трактуванні теми у ДБН, що може викликати неповне вирішення усіх завдань, що поставлені у розділі Ландшафтне планування.

Таким чином, ландшафтне планування на місцевому рівні є важливим інструментом сталого розвитку, що потребує чіткого нормативно-правового регулювання, професійної підготовки фахівців та узгодженості дій між усіма учасниками процесу.

ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО АУДИТУ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ В УКРАЇНІ

*Ачасов А.Б., д. с.-г. наук, проф., Немошкालов О.М., аспірант
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
м. Харків, Україна*

В Українському правовому полі діє поняття екологічного аудиту (ЕА), встановлене Законом України «Про екологічний аудит», який був прийнятий в 2004 році. Згідно цього закону, екологічний аудит - це документально оформлений системний незалежний процес оцінювання об'єкта екологічного аудиту, що включає збирання і об'єктивне оцінювання доказів для встановлення відповідності визначених видів діяльності, заходів, умов, системи екологічного управління та інформації з цих питань вимогам законодавства України про охорону навколишнього природного середовища та іншим критеріям екологічного аудиту. В якості критеріїв екологічного аудиту закон визначає вимоги нормативно-правових актів щодо охорони навколишнього природного середовища, методики, настанови, організаційні вимоги, керуючись якими екологічний аудитор оцінює докази екологічного аудиту, проводить їх аналіз та готує висновок щодо об'єкта екологічного аудиту [1]. Метою проведення аудиту є забезпечення додержання законодавства про охорону навколишнього природного середовища в процесі господарської та іншої діяльності. Тобто на даний час законодавство розглядає екологічний аудит як механізм встановлення відповідності діяльності суб'єкта господарювання (об'єкта аудиту) вимогам природоохоронного законодавства держави.

Враховуючи, що Україна є аграрною державою, 61% території якої зайнято сільгоспугіддями, а 54% – це орні землі, очевидно, що екологічний аудит сільськогосподарських підприємств мав би бути одним з головних видів екологічного аудиту, що виконується в Україні.

В розвинених країнах екологічний аудит є однією зі складових загальної системи аудиту сільськогосподарських підприємств, яка включає в себе 4 основні групи аудитів [2]: 1) Аудити відповідності з метою перевірки дотримання широкого спектру сільськогосподарських законів і стандартів. 2) Операційні аудити, що зосереджені на управлінні ресурсами, ефективності процесів і стратегіях управління ризиками. 3) Фінансовий аудит. 4) Екологічний аудит, що зосереджений на оцінці впливу ферм на навколишнє середовище, в якому оцінюють всі аспекти від управління ресурсами до використання агрохімікатів. Критеріями, за якими оцінюється діяльність сільгосппідприємств під час екологічного аудиту є показники збереження ресурсів, запобігання забрудненню та загального впливу на навколишнє середовище. Діяльність з екологічного аудиту сільгосппідприємств включає періодичний відбір та аналіз зразків ґрунту та води для відстеження стану ґрунтів та забруднення поверхневих та ґрунтових вод.

Однак, в нашій країні поняття екологічного аудиту стосовно земель сільськогосподарського призначення, незважаючи на очевидну необхідність його впровадження, так і не отримало належного розвитку. Спроба відшукати відкриту інформацію щодо екологічного аудиту земель в Україні приводить головним чином до декларативних статей з обговорення правових засад екологічного аудиту земельних ресурсів, в яких змішуються поняття екологічного аудиту, земельного аудиту і моніторингу ґрунтів та наголошується на важливості, значущості та необхідності впровадження екологічного аудиту з оцінки впливу на ґрунтові ресурси України. Однак, фактично, такий аудит в нашій країні не проводиться, оскільки в Україні відсутні ключові компоненти, що мають забезпечити його впровадження та реалізацію. Такими компонентами є:

1) правове забезпечення, яке на сьогодні не дозволяє реалізувати екологічний аудит сільськогосподарських підприємств, оскільки правові засади такого аудиту повною мірою не встановлені;

2) інституційно-організаційне забезпечення, а саме: визначення порядку, умов, термінів, нормативів, спеціалізована підготовка екологічних аудиторів, тощо;

3) методологічне забезпечення екологічного аудиту, а саме уніфікована методика встановлення негативного впливу антропогенної діяльності на земельні ресурси, що включає вибір показників оцінки, методів збирання доказів аудиту та критеріїв оцінки результатів;

4) фінансове забезпечення як процесу екологічного аудиту так і діяльності, що має контролюватися. Адже, наприклад, в країнах ЄС виконання екологічних вимог в сільськогосподарському виробництві не лише контролюється за рахунок держав-членів, а й сама діяльність агровиробників з виконання вимог екологічного законодавства значною мірою покривається за рахунок субсидій.

Однак, військова агресія росії, спричинивши безпрецедентні руйнування навколишнього середовища в Україні, створила необхідність розробки принципово нового напрямку екологічного аудиту – екологічного аудиту мілітарної діяльності. За визначенням, екологічний аудит покликаний виявляти та документувати наявну небезпеку, джерела та ступінь негативного впливу певних видів діяльності об'єкта аудиту на навколишнє середовище.

Військові дії є специфічним видом антропогенної діяльності, що безпосередньо негативно впливає на навколишнє середовище, та цей вплив має бути задокументований та оцінений. Звіт з екологічного аудиту пошкоджених територій має бути основою для розробки заходів по усуненню негативних наслідків та відновлення територій.

Специфікою ЕА мілітарного впливу, яка принципово відрізняє його від інших видів аудиту є те, що в ньому відсутній класичний об'єкт аудиту, як суб'єкт господарювання, чия діяльність контролюється. Навпаки, з одного боку, є певні суб'єкти господарювання, наприклад, сільськогосподарські підприємства, які можуть бути об'єктами екологічного аудиту мирного часу, а з другого боку є зовнішній військовий вплив на ці суб'єкти, не пов'язаний з їх

власною діяльністю, але який чинить на неї безпосередній негативний вплив та несе загрозу навколишньому середовищу. Така ситуація теперішньою редакцією закону про екологічний аудит в Україні не враховується, а отже, така форма екологічного аудиту на сьогодні законодавчо не встановлена.

Однак очевидно, що ця ситуація потребує вирішення, адже важливо, щоб екологічні наслідки мілітарного впливу були задокументовані та оцінені. Результати ЕА мілітарного впливу мають бути в майбутньому враховані в тому числі, при всіх екологічних оцінках діяльності суб'єктів господарювання як початковий (базовий) рівень оцінок.

Отже, фактично, ЗУ «Про екологічний аудит» в редакції 2004 року є застарілим та його положення не відповідають реальній ситуації в Україні. Для вирішення цієї проблеми у 2021 році Міндовкілля розробило і подало до Верховної Ради України законопроект №6349 «Про удосконалення процедури проведення екологічного аудиту», який, з огляду на необхідність аудиту наслідків воєнної агресії, у 2023 році запропонувало доповнити терміном «спеціальний екологічний аудит» та додати можливість відбирати проби, здійснювати заміри, фотографування, відеозйомку, в тому числі з літальних апаратів та із застосуванням космічних технологій [3]. Нажаль, 14.07.23 цей законопроект був відхилений Верховною Радою. Отже проблема невизначеного правового статусу екологічного аудиту постраждалих територій залишилась невирішеною.

Результати ЕА мілітарного впливу, або «спеціального ЕА» можуть бути використані для оцінки збитків, розрахунку компенсацій, планування використання земель та відновлення територій. Екологічний моніторинг земель, що зазнали негативного мілітарного впливу, в свою чергу, має бути спрямований на спостереження за зміною стану пошкоджених земель, оцінку ходу відновлення, прогноз розвитку ситуації та виявлення можливих небезпечних тенденцій. Тому ми вважаємо, що створення діючої процедури екологічного аудиту постраждалих територій є на сьогодні першочерговим завданням, що потребує спільних зусиль фахівців різних галузей для одночасного формування всіх 4 вищезгаданих складових екологічного моніторингу – правових основ, організаційних та фінансових засад та власне, уніфікованої методики оцінки. Як фахівці – екологи, ми маємо взяти на себе в першу чергу завдання розробки методології проведення екологічного аудиту постраждалих територій.

Література

1. Про екологічний аудит: Закон України від 24 червня 2004 р, № 1862 –IV. // zakon1.rada.gov.ua.
2. Kunz K. What Is a Farm Audit? Types and Best Practices. 2024. July 17, 2024. <https://www.formsonfire.com/blog/farm-audit>.
3. Міністерство Захисту Довкілля Та Природних Ресурсів України. Міндовкілля Пропонує Удосконалити Процедуру Екологічного Аудиту – 5.05.2023 <https://mepr.gov.ua/mindovkillya-proponuye-udoskonalyty-protseduru-ekologichnogo-audyty/>.

ПРОГНОЗУВАННЯ ВОДНОЇ ЕРОЗІЇ ҐРУНТІВ В УКРАЇНІ ЗА ДОПОМОГОЮ WEPP

Березовський О.І., аспірант

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

Водна ерозія ґрунтів є однією з найсерйозніших екологічних проблем в Україні, що значно ускладнює сталий розвиток аграрного сектору та знижує екосистемну стійкість територій. За оцінками українських і міжнародних джерел, близько 13,3 млн гектарів сільськогосподарських угідь перебувають під загрозою ерозії, що становить майже третину орних земель країни [1]. Унаслідок цього щороку втрачається значна кількість родючого гумусового шару, погіршується водний режим ґрунтів, зменшується врожайність, а також відбувається замулення водойм і деградація ландшафтів. В умовах інтенсифікації землеробства, зменшення лісистості та змін клімату, що супроводжуються зростанням кількості зливових опадів, потреба в точному прогнозуванні водної ерозії стає дедалі актуальнішою.

У цьому контексті сучасні комп'ютерні моделі прогнозування ерозії, зокрема модель WEPP (Water Erosion Prediction Project), є важливими інструментами для прийняття рішень щодо збереження ґрунтових ресурсів. WEPP — це фізично обґрунтована математична модель, створена Сільськогосподарською дослідницькою службою Міністерства сільського господарства США (USDA ARS) [2], [3]. Вона моделює щоденні або річні втрати ґрунту на основі численних змінних, таких як: властивості ґрунту (структура, текстура, гідравлічна провідність); інтенсивність і тривалість опадів; топографія ділянки (довжина і крутість схилів); тип рослинного покриву; агротехнічні заходи (ора, мульчування, сівозмінна).

Модель здатна прогнозувати як поверхневий стік, так і утворення борозен, осадження часток у нижній частині схилу та втрати ґрунту на рівні басейну. Вона має зручний інтерфейс, що дозволяє фахівцям агросектору, ґрунтознавцям і природоохоронцям ефективно використовувати її для прийняття рішень [2], [4].

Адаптація WEPP до умов України почалася в 1990-х роках. Однією з головних перешкод на цьому шляху було визначення адекватних локальних параметрів еродованості, зокрема міжструмкової еродованості, яка суттєво залежить від типу ґрунту та особливостей його використання. У роботі Булигіна С.Ю. та Котової М.М. [1] було проаналізовано можливості первинної верифікації моделі WEPP для умов Лісостепової зони України, де переважають чорноземні та сіро-лісові ґрунти. Автори наголошують на потребі створення локальних баз кліматичних та ґрунтових даних, що є обов'язковою умовою для коректного функціонування моделі. Перші спроби адаптації дали позитивні результати, хоча й виявили потребу у доопрацюванні моделі для врахування специфіки ерозійних процесів в Україні.

У практиці агровиробництва та природоохоронного планування WEPP використовується для: розрахунку потенційних втрат ґрунту на полях за різних сценаріїв (традиційна обробка, контурне землеробство, мульчування тощо); оцінки

ефективності протиерозійних заходів, таких як терасування або лісозахисні смуги; планування сівозмін і прогнозування наслідків змін землекористування; моделювання довготривалого впливу кліматичних змін на водну ерозію [2], [3], [5].

Використання WEPP дає змогу зменшити втрати ґрунту на 30–50% за рахунок впровадження рекомендованих заходів, що особливо важливо для зон ризикованого землеробства.

Таким чином, модель WEPP має високий потенціал для інтеграції в державну та регіональну систему моніторингу стану ґрунтів в Україні. Її адаптація дозволяє враховувати регіональні ґрунтово-кліматичні особливості, що значно підвищує точність прогнозів. Подальше вдосконалення та локалізація моделі, а також її використання в ГІС-середовищі, можуть стати ключовими кроками до формування системи сталого управління земельними ресурсами в умовах зростання екологічних загроз.

Модель WEPP має високий потенціал для інтеграції в державну та регіональну систему моніторингу стану ґрунтів в Україні. Її адаптація дозволяє враховувати регіональні ґрунтово-кліматичні особливості, що значно підвищує точність прогнозів. Подальше вдосконалення та локалізація моделі, а також її використання в ГІС-середовищі, можуть стати ключовими кроками до формування системи сталого управління земельними ресурсами в умовах зростання екологічних загроз.

В Україні модель WEPP використовувалася в окремих наукових дослідженнях, зокрема на території Харківської та Полтавської областей, де вивчалась ерозійна небезпека для чорноземів за різних систем обробки ґрунту. Так, у роботі Г.Л. Руденка та співавт. [6] модель WEPP була застосована для оцінки ефективності протиерозійних заходів у Лісостепу, зокрема у господарствах із високим рівнем антропогенного навантаження. Отримані результати показали, що застосування консерваційних технологій (мінімальний обробіток, сидерати, контурна оранка) дає змогу зменшити ерозійні втрати ґрунту на 40–60% порівняно з традиційними методами обробки. Це підтверджує доцільність використання WEPP як інструменту для планування сталого землекористування в аграрних регіонах України.

Література:

1. Bulygin, S.Yu., Kotova, M.M. (1998). *Primary Verification and Adaptation of the WEPP Model for Ukrainian Conditions: Problems, Possible Solutions and Prospects*. *Eurasian Soil Science*, 31(1), 88–91.
2. Flanagan, D.C., Nearing, M.A. (1995). *USDA-Water Erosion Prediction Project (WEPP) Hillslope Profile and Watershed Model Documentation*. NSERL Report No. 10.
3. FAO Land & Water. *Water Erosion Prediction Project (WEPP)*. <https://www.fao.org/land-water/land/land-governance/land-resources-planning-toolbox/category/details/ru/c/1236427/>
4. National Soil Erosion Research Laboratory - WEPP - USDA ARS. <https://www.ars.usda.gov/Research/docs.htm?docid=1062>
5. Water Erosion Prediction Project (WEPP). USDA NRCS. <https://www.nrcs.usda.gov/resources/tech-tools/water-erosion-prediction-project>
6. Руденко Г.Л., Руденко С.Г., Маринич І.В. (2020). *Моделювання ерозійних процесів із застосуванням WEPP в умовах Лісостепу України*. Вісник аграрної науки, №3, с. 51–57. <http://visnyk.mnau.edu.ua/article/view/205296>

DIAGNOSTIC AND PARAMETERIZATION OF LATERAL SOIL HETEROGENEITY BY MULTISPECTRAL SPACE SCANNING DATA

Byndych T.Yu.

Doctor of Agrarian Sciences, Senior Researcher

*National Scientific Center «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research
named after O.N. Sokolovsky», Kharkiv, Ukraine*

The need to integrate our country into the European systems of environmental monitoring and ecological land use demands for development of the modern information support system for soil cover studies in agricultural lands. The use of high-resolution multispectral satellite images, which typically have geographical compliance, continuity, and are regularly updated, seems to be the promising approach to ensuring compliance to high requirements for the accuracy and impartiality of the data on the national soil resources. Additionally, satellite images, as up-to-date digital materials, in conjunction with modern geographic information systems, provide means of precise determining the soil heterogeneity, both in detailed and large-scale surveys.

The staff of the Laboratory of Soil Protection from Erosion and Remote Researches Methods has developed the methodological foundations of a progressive approach to conducting soil surveys and mapping of soil properties within agricultural and arable lands, which involves multi-stage geostatistical analysis space imageries data and data from selective ground soil surveys to determine the components of local soil structures, their parameterization and modeling important soil quality indicators as a basis for extrapolating the results of soil decoding of space scanning data to significant areas of agricultural lands. Methodological foundations for multispectral satellite imagery data decoding are developed for mapping of soil continuum, as well as for quantitative estimation of its complexity and lateral heterogeneity (Fig.1). The basic aspects of using space scanning data for solving this scientific problem were determined by taking into account the multivariateness of determining soil heterogeneity and considering the specifics of satellite imagery digital data. Its involves spatial and structural, abstract mapping of soil units, as well as representation of their relative spatial position and their spatial structure, and a quantitative evaluation of a soil heterogeneity by certain characteristics of soils using methods of geostatistics, which prove the regular nature of the spatial variation of soil properties and alternation of soil differences on the earth's surface.

Developed methodological approaches have been tested on about 40,000 ha territory, in different soil and climate zones of our country that made it possible to optimize field surveying and mapping of arable lands, to improve archived soil maps and to collect the latest data on soil condition within individual farms without significant money expenses.

A coherent analysis of satellite images decoding results and data obtained from field surveys in the Steppe and Forest-Steppe regions, where chernozems and dark-chestnut soils with weakly contrast in almost all scanning ranges are common, proved the soil decoding technology for multispectral satellite imagery data in the optical

range, developed herein, to be highly effective for determining the elements of local soil structure heterogeneity, which vary in the vertical soil structure.

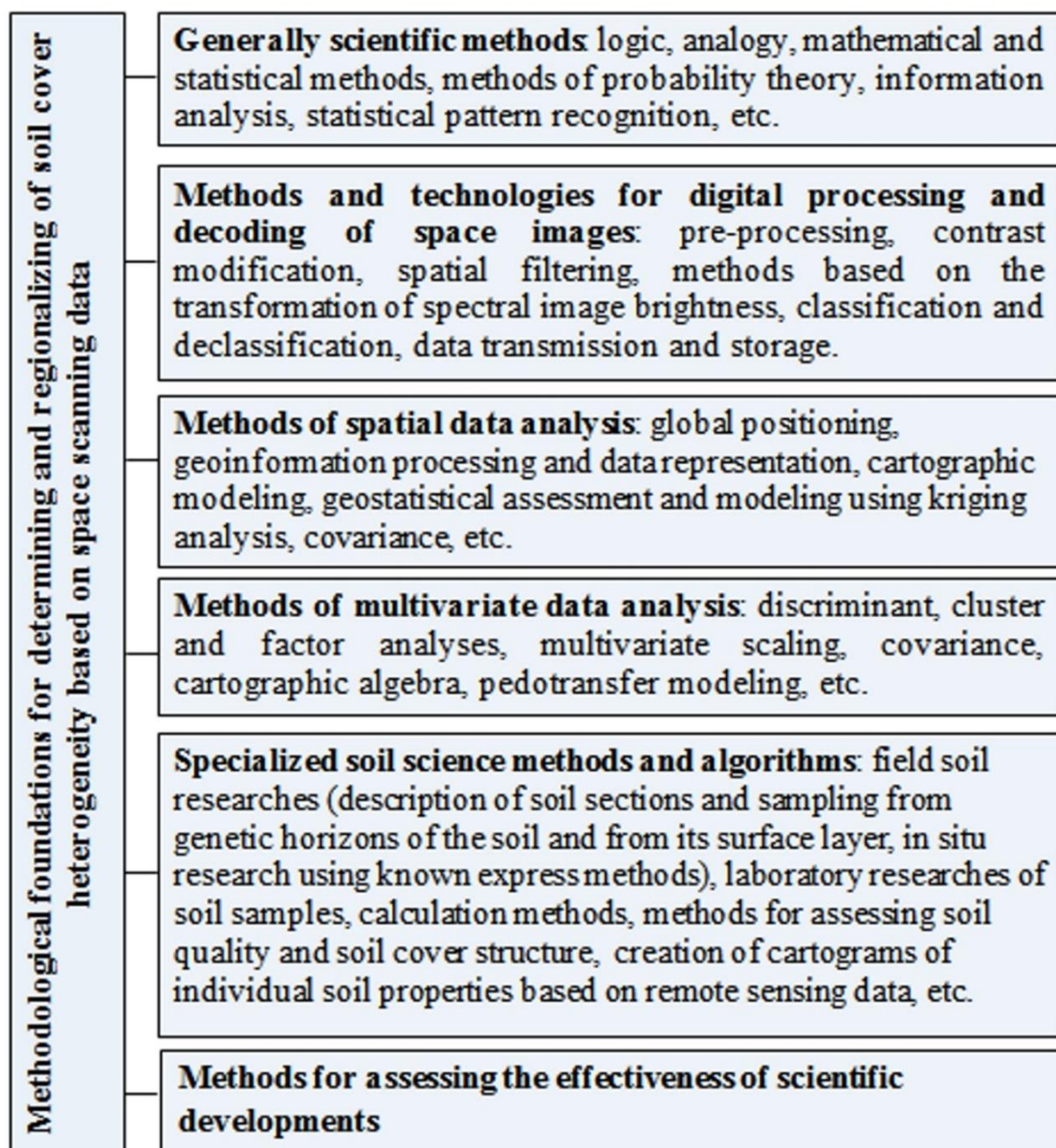


Figure 1. Methodological foundations of diagnostics and parameterization of soil cover heterogeneity based on space scanning data.

The results of regional studies prove the nonspecific influence of soil variability on the formation of the topsoil optical characteristics. In particular, the classification of the open soil surface satellite images in the Forest-Steppe zone has proven the possibility of their use for differentiating the distribution of systematically close, arable chernozems and determining their lowest taxa, as well as variations in the total humus content, hydrolytic acidity, physical clay content and components of the microaggregate composition (typical, regraded, leached chernozems and meadow-chernozem soil units).

The geostatistical analysis of ground survey data, according to the general Moran index and its accompanying estimates, demonstrated that soil units on slopes of

northern exposition have regular variations only in their microaggregate composition. This proves the indirect influence of soil structure on the formation of soil optical characteristics. According to the results of regional studies, the coherent analysis of a satellite image and a cartogram classification results, performed using kriging analysis of land survey data, is proven to be informative enough to identify soil variations. In particular, a well-localized and markedly different unit of a solodized chernozem within the plot "Lisova Stinka 2" was identified, which made it possible to improve existing soil maps without additional field studies. In the Steppe zone, this approach applied for the plot "Crimea-Kamianka" enabled identification of units of a dark-chestnut, weakly solonized light loamy soil and a deep chestnut solonetz, deposited on loessoid clay, as well as an aschy dark chestnut weakly solonized soil and a meadow-chestnut weakly solonized soil, which differed from each other by the type of salinity. The autocorrelation analysis of the water extraction components made it possible to reveal the predictability of their variation within the plot and the correctness of soil borders, determined using satellite images.

The system of criteria for verifying the results of decoding space imaging data was defined on these results (Fig.2).

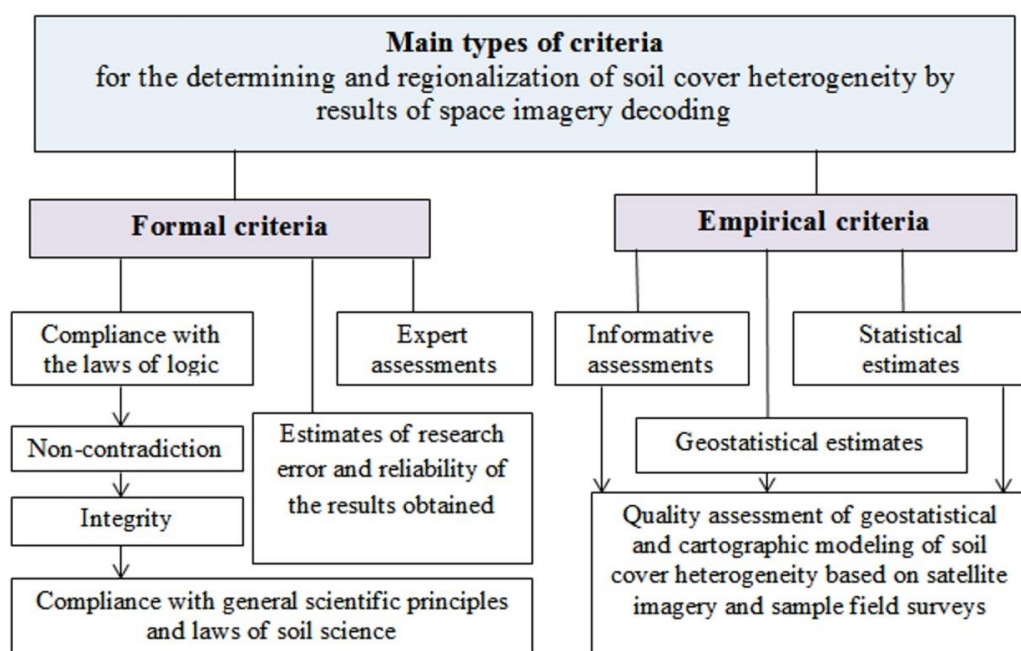


Figure 2. Main types of criteria for evaluating the results of soil heterogeneity determination by space images.

The practical significance of the results obtained is in the developed approaches which providing detailed information for solving tasks of soil surveys optimization, planning, management and evaluation of the effectiveness of reclamation, agrochemical and soil protection techniques, soil monitoring and the development of spatial differentiated systems of soil quality management.

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ЩОДО ЗБЕРЕЖЕННЯ ДОВКІЛЛЯ В УКРАЇНІ У КОНТЕКСТІ НАДАННЯ ESG-ПОСЛУГ

Бота О. В., асп.

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

ТОВ «Компанія «Центр ЛТД», м. Львів, Україна

Сучасний підхід до сталого розвитку включає в себе управління екологічними, соціальними та економічними аспектами у певний збалансований спосіб. Це передбачає творення цінності для усіх зацікавлених сторін, клієнтів, персоналу та суспільства, де обов'язковою умовою є мінімізація негативного впливу на природні ресурси та клімат.

ESG (Environmental, Social, Governance) вперше виник як окремий термін у 2004 році в звіті ООН «Who Cares Wins» Глобального договору ООН. Сьогодні 90% компаній S&P 500 мають власні ESG-стратегії, що свідчить про зростання ролі цих чинників на інвестиційну привабливість бізнесу [2].

Для підприємств надзвичайно важливим є впровадження цілей та цінностей сталого розвитку на сучасному динамічному ринку з високим ступенем конкуренції. Водночас такі практики є моральним обов'язком і стратегічною конкурентною перевагою. Їх використання є можливістю для бізнесу підвищувати ефективність, інноваційність, покращувати добру репутацію та сприяти зростанню стійкості, таким чином здобувати конкурентну перевагу на ринку [1].

Публічне обговорення національної Стратегії звітності зі сталого розвитку відбулося 10 березня 2025 року. Цей документ визначає майбутнє національного бізнесу у контексті глобальних екологічних та соціальних викликів. Провідні експерти з ESG-трансформації, представники регуляторних органів та бізнес-спільноти зібралися задля обговорення важливої теми. Учасниками заходу розглянуто дорожню карту впровадження ESG-звітності в Україні. Такий крок є важливим, оскільки сприяє зростанню конкурентоспроможності українського бізнесу у світі [2].

Банківському сектору відведена особлива роль у впровадженні ESG-принципів. Банки як правило виступають посередниками, сфера їхньої діяльності не настільки сильно пов'язана з негативними наслідками для довкілля. З іншого боку, надаючи послуги клієнтам, зокрема позики, банки можуть мати вплив на їхню поведінку.

На даний момент у зв'язку з прийнятою Урядом України Стратегією запровадження підприємствами звітності зі сталого розвитку – перед банками виникла низка пріоритетних задач: приведення операційної діяльності та кредитного процесу банку у відповідність до ESG критеріїв, що дає змогу надавати об'єктивні звіти щодо екологічної, соціальної та управлінської діяльності, відповідно виникає потреба мати в команді банку окремого ESG-фахівця; встановлення довгострокових цілей та пріоритетів та першочергове

проведення визначення подвійної матеріальності – концепції, яка бере до уваги двосторонній вплив ESG факторів. Усі зазначені пункти передбачають впровадження в банку системи системи ESG-оцінки ризиків та обов'язкове врахування кліматичних ризиків.

У даному аспекті проблемним моментом є те, що зазвичай питання сталого розвитку вважається виключно сферою діяльності екологів. І беручи до уваги, що звітність чи її підготовка з питань сталого розвитку є надзвичайно комплексним питанням, то вважати, що це є виключно компетентністю бухгалтера, еколога чи фахівця HR – неправильно. Ефективне впровадження цілей сталого розвитку в компанії є можливим за умови, якщо це стане пріоритетною сферою інтересів керівництва та співробітників компанії [2].

У лютому 2022 року головний акціонер UKRSIBBANK BNP Paribas оголосив стратегію під назвою Growth, Technology and Sustainability: Growth передбачає розширення спектру завдань клієнтів банку, партнерів та фінансових інституцій брати участь у розвитку прибуткового зростання, з використанням досвіду Групи у Європі; Technology – ефективне впровадження цифрових інструментів для покращення досвіду клієнтів та співробітників та ефективної операційної діяльності; Sustainability – посилення бізнес-діяльності Групи щодо сталого фінансування, впровадження принципів сталого розвитку ESG у всіх сферах фінансування та підтримка клієнтів і партнерів у їхньому переході.

Головною метою стратегії є здійснення переходу до сталої економіки, що створює можливості для усіх стейкхолдерів спрямувати вектор свого бізнесу у бік сталості та відновлення згідно критеріїв ESG.

Кейс UKRSIBBANK BNP Paribas Group є показовим, оскільки, виходячи із положень Стратегії розроблено власний Sustainable Stream в Україні, основу якого становлять три напрямки: перехід до сталої економіки, вуглецева нейтральність та сприяння поширення обізнаності про цілі сталого розвитку та сталу економіку. Зазначена стратегія не втрачає актуальності у часі воєнного стану.

Запуск програми «Стале фінансування» для підтримки малого та середнього бізнесу UKRSIBBANK BNP Paribas Group у 2024 році є прикладом інноваційного підходу щодо збереження довкілля шляхом надання ESG-послуг. Згідно її умов, клієнти банку, які долучилися до ініціатив, що сприяють охороні довкілля, соціальній відповідальності та високим стандартам корпоративного управління, мають нагоду отримувати знижку на 1% від базової відсоткової ставки, діючої на момент оформлення кредитної угоди, та 0% комісії банку.

Цільове використання кредитних коштів повинно бути синхронним з принципами сталого розвитку. Доброю тенденцією є те, коли клієнти банків працюють у сферах відновлювальної енергії, вдосконалення енергоефективності, мінімізації викидів CO₂, циркулярна економіка, стале водокористування надають екологічно чисті транспортні послуги тощо.

На даний час українські банки поступово відмовляються від фінансування тих бізнесів, які виготовляють тютюн та пальмову олію, здійснюють вирубку лісів, виготовляють ртуть та використовують азбест у виробництві. Українські

банки ініціюють жорстку політику фінансування щодо підприємств, які працюють у сфері нафто і газу переробки, також є окремі критерії для аграрного бізнесу та вирощування домашніх тварин [3].

Важливим кроком є запровадження Стратегії звітності зі сталого розвитку в Україні, яка передбачає синхронізацію з європейським законодавством. На даний час розроблено проекти змін до законодавства, де враховані поступові впровадження обов'язкової ESG-звітності для бізнесу. Започаткування даної реформи не є звичною формальністю, що стосується подачі звітності - бізнес має відчутти вигоди від її впровадження.

Аудит та верифікація є важливими елементами запровадження ESG-звітності [2].

Для локальних компаній на відміну від міжнародних аспект Governance (G) у структурі надання ESG послуг є особливо актуальним. Виникає потреба у створенні базових принципів, постановці цілей та визначення меж сфери відповідальності щодо кожного напрямку та запровадження культури та системи управління. Водночас, обираючи цілі сталого розвитку не варто починати впроваджувати одночасно усі принципи, достатньо розпочати з реалізації кількох та водночас працювати над розробкою структури процедури і проектами для подальшого розвитку [3].

Література

1. Послуги зі сталого розвитку та енергоефективності. URL: https://www.bdo.ua/uk-ua/services-2/consulting/sustainability?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw782_BhDjARIsABT_vJCcjXBADqohXY8vaxqFIdfZiGkZFevhuwTaArV72_dUKZflAUWIwnAaAhYKEALw_wcB (дата звернення 10.04.2025)
2. Нові правила гри: експерти обговорили впровадження ESG-звітності для українських компаній. URL: <https://dixigroup.org/novi-pravyla-gry-eksperty-obgovoryly-vprovadzhennya-esg-zvitnosti-dlya-ukrayinskyh-kompanij/> (дата звернення 10.04.2025)
3. Чому ESG-трансформація українського бізнесу важлива під час повномасштабної війни і як отримати фінансування на такі проекти. URL: <https://forbes.ua/company/chomu-esg-transformatsiya-ukrainskogo-biznesu-vazhliva-pid-chas-povnomasshtabnoi-viyni-i-yak-otrimati-finansuvannya-na-taki-proekti-poradi-ukrsibbank-bnp-paribas-group-22042024-20652> (дата звернення 10.10.2025)

РОЗВИТОК МІСЬКОГО ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА В УКРАЇНІ

Вернігорова Н. В., д-р філософії

Державна установа «Інститут ринку і економіко-екологічних досліджень НАН України», м. Одеса, Україна

Одним із сучасних підходів щодо розвитку міських зелених зон є концепція міського лісу (urban forest), або «урболісу». Вона співзвучна з концепціями екосистемного підходу та сталого розвитку, адже розглядає всі зелені зони міста як цілісну екосистему, розвиток якої має забезпечувати адаптацію міського середовища до наслідків змін клімату з метою сталого розвитку міст [1, 2].

На сьогодні користь урболісу для людини та його екологічні функції обґрунтовано у ряді досліджень [3, 4]. Цікавим є те, що до поняття урболісу в наукових працях є два підходи:

- у вузькому розумінні (як окремої ділянки лісового масиву на території міста), яке характерне для вітчизняних досліджень [5];
- в широкому розумінні – як сукупності всіх зелених насаджень на території міст, яке зустрічається у роботах зарубіжних колег [6, 7, 8, 9, 10].

На сьогодні у зарубіжній практиці (в Канаді та Кореї) існують інституційні засади стосовно розвитку міського лісу, та встановлені на законодавчому рівні визначення (таблиця 1). Тому для інституційної структури характерне ще й таке поняття як міське лісове господарство.

Таблиця 1.

Визначення міського лісу в нормативно-правовій сфері зарубіжних країн

Джерела	Визначення
«Закон про професійних лісників» 2000 року (Онтаріо, Канада)	«міські лісові масиви – це лісові масиви в міському середовищі, в тому числі в прибережних зонах, ярах та водно-болотних угіддях»
Канадська стратегія міських лісів на 2019-2024 роки	міські ліси – «це дерева, ліси, зелені насадження та пов'язані з ними абіотичні, біотичні та культурні компоненти в районах, що простягаються від міського ядра до міської та сільської межі»
Законодавство Південної Кореї	«міські ліси включають вуличні дерева, шкільні ліси та ліси для відпочинку в межах міських територій, визначених Законом про створення та управління лісовими ресурсами, а також міські парки, визначені відповідно до Закону про міські парки та зелені зони»

Джерела: [9, 10].

Як бачимо з таблиці 1, в поняття міського лісу входить вся сукупність зелених насаджень міста, в тому числі поодинокі дерева. З точки зору екосистемного підходу це є правильним, адже незалежно від форми власності озелененої ділянки, її площі та призначення, всі зелені насадження чинять регулюючий вплив на міське середовище та мають природоохоронну функцію.

Що стосується наукових досліджень, то міський ліс зарубіжними колегами визначається як:

- сукупність дерев, що ростуть у межах міста, а також селища чи передмістя [6];
- сукупність «дерев у містах, селищах і передмістях, включаючи дерева на приватних і державних землях, від окремих дерев на вулицях і дворах до парків і фрагментів лісу» [8];
- всі зелені насадження міської території [7];
- ліси, які перебувають в межах міст як населених пунктів, що входять до складу територіальної громади й які перебувають у комунальній та державній власності або власності на які не розмежована» [5].

На наш погляд, існують певні концептуальні відмінності у розумінні урболісу в досвіді різних країн та України. Зарубіжний підхід ґрунтується на екосистемному підході, адже всі зелені насадження розглядаються як єдина система. В Україні міський ліс розглядається як ділянка лісу на території міста. Так, у розділі 2 Правил утримання зелених насаджень у населених пунктах України [11] є визначення міського лісу, яке звучить наступним чином: це «лісовий масив або ділянка лісу, розташовані в межах населеного пункту». Згідно розділу 3 міські ліси відносяться до об'єктів благоустрою зеленого господарства населених пунктів. З визначення бачимо, що в Україні міські ліси розглядаються як частина лісу на території міста, а не сукупність всіх дерев.

Таким чином, варто виділити основні критерії, які відрізняють зарубіжний підхід до розуміння поняття міського лісу:

- незалежність від кількості одиниць дерев та площі озелененої ділянки;
- незалежність від форми власності;
- незалежність від функціонального призначення озелененої ділянки;
- розповсюдження на позаміські ділянки: селища та передмістя;
- незалежність від ступеня догляду озелененої ділянки (від міського парку до зелених насаджень ярів, водно-болотних угідь).

Представлені критерії дуже доречні при формуванні стратегії розвитку зелених насаджень міських агломерацій, які також включають селища та передмістя. Розвиток міського зеленого господарства як міського лісового господарства дозволяє більш широко розглянути проблеми якості міського середовища та можливі заходи його покращення за допомогою заходів озеленення. Таким чином, для України є доречним запозичення широкого розуміння міського лісу та розвитку концепції міського лісівництва, як складової зеленого господарства міст.

Література

1. Nortona, B., Couttsb, A., Livesleya, S., Harrisc, R., Huntera, A., Williams, N. Planning for cooler cities: A framework to prioritise green infrastructure to mitigate high temperatures in urban landscapes. *Landscape and Urban Planning* 2015. № 134: 127–138. (дата звернення 09.04.2025)
2. Nowak, D., Hirabayashi, S., Doyle, M., McGovern, M. & Pasher, J. Air pollution removal by urban forests in Canada and its effect on air quality and human health. *Urban Forestry and Urban Greening*, 2018. № 29: 40–48. (дата звернення 09.04.2025)

3. Lauren E. O'Brien, Rachael E. Urbanek, James D. Gregory. Ecological functions and human benefits of urban forests. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2022. Volume 75, 127707, <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127707> (дата звернення 09.04.2025)
4. Weiqi Zhou, Ganlin Huang, Steward T.A. Pickett, Jing Wang, M.L. Cadenasso, Timon McPhearson, J. Morgan Grove, Jia Wang. Urban tree canopy has greater cooling effects in socially vulnerable communities in the US. *One Earth*, 2021. Volume 4, Issue 12, 2021, Pages 1764-1775, <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.11.010>. (дата звернення 10.04.2025)
5. Сахаєнко С., Колісніченко Н. Проблеми управління міськими лісами в процесі стійкого розвитку територіальних громад. Теоретичні та прикладні питання державотворення, випуск 28. 2022. С. 83 – 97. DOI: <https://doi.org/10.35432/tisb282022285249> (дата звернення 09.04.2025)
6. Jiri Lev. "The power of streetscape and how to protect it". *Newcastle Herald*. Newcastle NSW Australia. 2017 <https://www.newcastleherald.com.au/story/4889262/the-power-of-streetscape-and-how-to-protect-it/> (дата звернення 10.04.2025)
7. Jorgensen, E. Towards an urban forestry concept. *Proceedings of the 10th Commonwealth Forestry Conference*. Ottawa, Canada; Forestry Service. 1974. (дата звернення 09.04.2025)
8. Lara A. Roman, et al. Human and biophysical legacies shape contemporary urban forests: A literature synthesis. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2018. Volume 31. Pages 157-168. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.03.004> (дата звернення 16.04.2025)
9. Koo et al. Preferences of urban dwellers on urban forest recreational services in South Korea. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2013. Volume 12, Issue 2, Pages 200-210. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2013.02.005> (дата звернення 16.04.2025)
10. Tree Canada. (n.d.). Canadian Urban Forest Strategy: 2019-2024. Retrieved from <https://treecanada.ca/wp-content/uploads/2018/10/TC-CUFS-2019-2024-Eng-1.pdf> (дата звернення 09.04.2025)
11. Про затвердження Правил утримання зелених насаджень у населених пунктах України. Верховна Рада України. Наказ від 10.04.2006 № 105. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0880-06?find=1&text=%D0%BC%D1%96%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9+%D0%B%D1%96%D1%81#Text> (дата звернення 16.04.2025)

БІОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ КАШТАНА ЗВИЧАЙНОГО (*AESCULUS HIPPOCASTANUM*) ВІД ШКІДНИКІВ І ХВОРОБ: ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ БІОПРЕПАРАТІВ

*Гололобов В.В., аспірант, Гололобова О.О., канд. с.-г. наук, доц.
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
м. Харків, Україна*

Останнім часом природні та міські зелені насадження в Україні стикаються з серйозною загрозою з боку інвазійних видів комах, зокрема молей-мінерів (Lepidoptera: Gracillariidae). Ці шкідники адаптувалися до сучасних умов, таких як високий рівень техногенного забруднення, нестача вологи та використання інсектицидів. Їхня здатність до швидкого розмноження та утворення кількох поколінь за рік робить їх особливо небезпечними для деревних порід, які є основою міських лісопарків, парків, скверів та алейних насаджень [1]. Одним із найбільш відомих представників цієї групи є каштановий мінер (*Cameraria ohridella*), який вражає листя гіркокаштану звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.). Цей шкідник вперше був виявлений у 1984–1985 роках у природних лісах поблизу озера Охрид у Македонії, на кордоні з Албанією. Він швидко поширився по Західній та Центральній Європі, а згодом і на території України.

Основна шкода, яку завдає каштановий мінер, полягає в утворенні численних мін на листках дерев. Це призводить до передчасного жовтіння та опадання листя, що, у свою чергу, ослаблює дерева, робить їх більш вразливими до хвороб та інших шкідників. У результаті це може спричинити значне погіршення стану міських зелених зон, які є важливим елементом екологічного балансу та комфортного середовища для мешканців міст.

Для боротьби з цим шкідником важливо враховувати екологічні аспекти, а саме, необхідно мінімізувати вплив на навколишнє середовище та зберегти біорізноманіття міських екосистем, підвищувати стійкість дерев до шкідників шляхом догляду за насадженнями, зокрема, використовувати біологічні методи захисту рослин.

Для вивчення ефективності застосування біологічних препаратів комплексної дії на зелених насадженнях гіркокаштану звичайного в умовах міських ландшафтів були проведені польові дослідження. Вони включали застосування біопрепаратів різної дії: для захисту рослин від патогенів, комах-шкідників та кліщів. Роботи проводилися на алейних насадженнях низькорослих форм каштану, які розташовані на території Державного біотехнологічного університету в селищі Докучаєвське (Харківський район, Харківська область).

Основним агротехнічним прийомом стала листкова обробка дерев. Для цього використовували бакову суміш препаратів, яку наносили методом стандартного обприскування. Усі обробки проводили в вечірній час, щоб мінімізувати вплив на корисних комах та запобігти випаровуванню препаратів під час спекотного дня. Процедуру повторювали регулярно, починаючи з початку вегетаційного сезону, з інтервалом у 10–12 днів.

Для проведення польового експерименту були застосовані біопрепарати від української біотехнологічної компанії ВТУ, яка спеціалізується на виробництві мікробіологічних засобів для аграрного сектору [2]. У дослідженні у рекомендованих виробником дозах використовували два основні препарати: МІКОХЕЛП – багатокомпонентний біофунгіцид, який забезпечує комплексний захист рослин від хвороб та АКТОВЕРМ® КЕ 1,8% – біопрепарат з інсектицидною та акарицидною дією, призначений для боротьби з комахами-шкідниками та кліщами. Для покращення ефективності обробки до бакової суміші додавали біоприлиплювач ЛПОСАМ®, який забезпечує краще утримання препаратів на поверхні листя. Таке поєднання біопрепаратів дозволило забезпечити комплексний захист рослин, поєднуючи боротьбу з хворобами, шкідниками та кліщами, що є важливим для підтримки здорового стану дерев у міських умовах.

Результати польового експерименту були зафіксовані за допомогою фотофіксації, яка представлена на рис. 1–2. Листя каштану використовувалося як індикатор стану здоров'я рослини, оскільки саме на ньому найчіткіше проявляються симптоми хвороб та пошкоджень. На листі каштанів, які не піддавалися обробці, спостерігається значна кількість некротичних ушкоджень. Вони виглядають як плями різного розміру та форми, які займають велику частину листової поверхні. Некрози зосереджені переважно по краях листової пластинки та між жилками. Зелений колір листя майже повністю втрачено, воно набуває бурого відтінку та виглядає сухим.

Натомість листя каштанів, які оброблялися біопрепаратами, має цілісну структуру без видимих пошкоджень. Некротичні ушкодження відсутні, листові пластинки зберігає природний зелений колір та тургор. На обох поверхнях листя (адаксіальній та абаксіальній) не виявлено ознак ураження грибовими або бактеріальними хворобами, а також слідів пошкоджень, спричинених комахами-шкідниками.

Фотосинтетичні пігменти є важливими індикаторами фізіологічного стану рослин, оскільки вони беруть активну участь у формуванні адаптивних реакцій на стресові умови [3].

Співвідношення $Chl(a+b)/Car$ для обробленого листя складає 6,36, а для необробленого – 2,19. Ці дані свідчать про високий рівень стресу, який зазнають рослини через ураження хворобами та шкідниками.

Ці результати підтверджують ефективність застосованих біопрепаратів для захисту каштанів від хвороб та шкідників, що є важливим для підтримки здорового стану рослин у міських умовах.

Результати дослідження мікроелементного складу листя свідчать про те, що рослини, які не зазнали обробки, посилили поглинання заліза, кобальту, міді та цинку у відповідь на стрес, спричинений шкідниками та хворобами. Це є механізмом їхньої адаптації та виживання в несприятливих умовах. Високий вміст заліза в необробленому листі свідчить про його важливу роль у захисті рослин від патогенів та відновленні від пошкоджень.

Аналіз вмісту NPK показав, що обробка каштанів сумішшю біопрепаратів забезпечила умови для високого рівня азотного живлення. Підвищений вміст фосфору та калію в листі необроблених дерев свідчить про те, що у відповідь на ураження патогенами і пошкодження тканин шкідниками рослини активують механізми захисту, в яких необхідним є наявність цих елементів.



Fig. 1. – Photographic recording of the phytosanitary condition of chestnut trees: without treatments.



Fig. 2. – Photographic recording of the phytosanitary condition of chestnut trees: with treatments.

Для досягнення максимальної ефективності біологічного захисту рекомендуємо поєднувати обробку біопрепаратами з іншими методами догляду за рослинами, такими як своєчасне видалення опалого листя. Здорові, неуразнені листя дерев екологічно безпечно компостувати по технології «in-situ» [4].

Література

1. Мешкова В. Л., Туренко В. П., Байдик Г. В. Адвентивні шкідливі організми в лісах України. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Фітопатологія та ентомологія»*. 2014. № 1–2. С. 112–121. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/20465>
2. BTU. URL: <https://btu-center.com/about/> (дата звернення: 14.04.2025).
3. Domonkos, I., Kis, M., Gombos, Z. & Ughy, B. (2013). Carotenoids, versatile components of oxygenic photosynthesis. *Prog Lipid Res*, 52(4), 539–561. <https://doi.org/10.1016/j.plipres.2013.07.001>
4. Maksymenko, N.V., Gololobova, O.O., Sonko, S. P., Stolov, V.O., Shiyan, D.V. (2024). Utilization of vegetative waste from green infrastructure of cities “in-situ”. ICSF-2024. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 1415. 012127. [doi:10.1088/1755-1315/1415/1/012127](https://doi.org/10.1088/1755-1315/1415/1/012127)

ДОСЛІДЖЕННЯ ГРОМАДСЬКОЇ ДУМКИ ЩОДО ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ТА ПИТНОЇ ВОДИ В КРЕМЕНЧУЦЬКОМУ РАЙОНІ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Гололобова О.О., Любова В. П., Любов Є. О.

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

Якість водних ресурсів є основним показником екологічної стабільності регіону, а також важливим фактором, що впливає на здоров'я населення. Особливої уваги потребують поверхневі води та системи питного водопостачання. Кременчуцький район, у якому розташоване одне з найбільших водосховищ України, стикається з різними екологічними чинниками. Саме тому дослідження громадської думки щодо якості води є актуальним інструментом для виявлення проблем та формуванням ефективних природоохоронних стратегій [1].

У 2025 році проведено соціологічне дослідження з метою оцінки громадської думки щодо якості питної води та стану поверхневих вод Кременчуцького водосховища. Участь у дослідженні взяли 41 респондент із Кременчуцького району. Дослідження громадської думки — це інструмент для захисту прав людей, покращення якості життя та сталого розвитку. Вони дають голос громадянам, впливають на політику та допомагають привернути увагу до екологічних проблем регіону. Дані про незадовільну якість води можуть стати підставою для виділення коштів на очищення водоєм або заміну труб. Громадська думка часто відображає локальні проблеми, які можуть бути непомітними при офіційних перевірках. В той же час опитування можуть виявити недостатню обізнаність людей про безпеку води, наприклад, про необхідність проведення фільтрації. Це основа для просвітницьких кампаній.

За результатами опитування, 46,3% мешканців найчастіше користуються централізованим водопостачанням, 26,8% — криничною водою, а 19,5% — бюветами чи джерелами. Бутильовану воду або водомат обирає меншість населення, що свідчить про довіру до традиційних джерел.

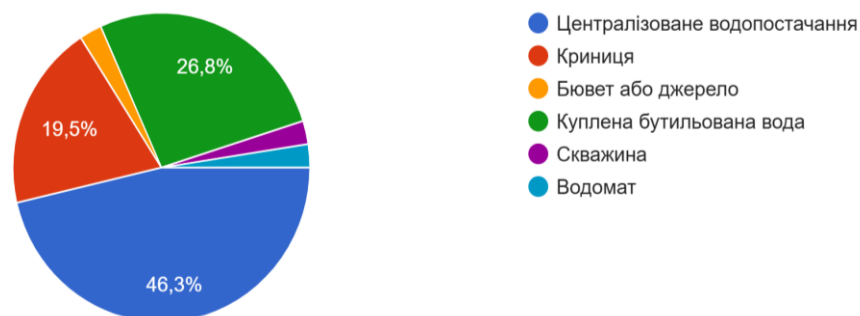


Рис. 1 — Відповіді респондентів на запитання: «Яким джерелом питної води Ви користуєтесь найчастіше?»

На рисунку 2 представлені результати відсоткового розподілу відповідей щодо способів очищення води. Зокрема, фільтр-гечик використовують – 12,2% стаціонарний фільтр – 17,1%, кип'ятіння – 24,4%. Це найпоширеніший спосіб, що може свідчити про його доступність або довіру до нього. Стаціонарні фільтри використовуються частіше за фільтри-гечики, можливо, через їхню ефективність або довговічність.

Більше половини респондентів (56,1%) не використовують жодних методів додаткового очищення води перед вживанням, що може свідчити про брак інформації або недоступність очисних засобів [2].

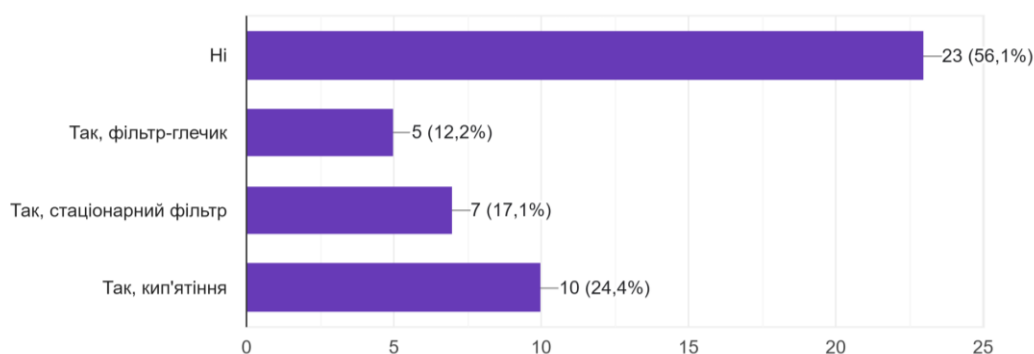


Рис. 2 – Відповіді респондентів на запитання: «Чи використовуєте Ви додаткове очищення води перед вживанням?»

Відповіді респондентів на запитання: «Чи помічали Ви зміну якості водопровідної води?» продемонстрували занепокоєння населення питаннями якості водопровідної води: 34,1% відчувають сторонній запах, 29,3% помічають зміну кольору, а 24,4% регулярно стикаються з осадом у воді (Рис. 3).

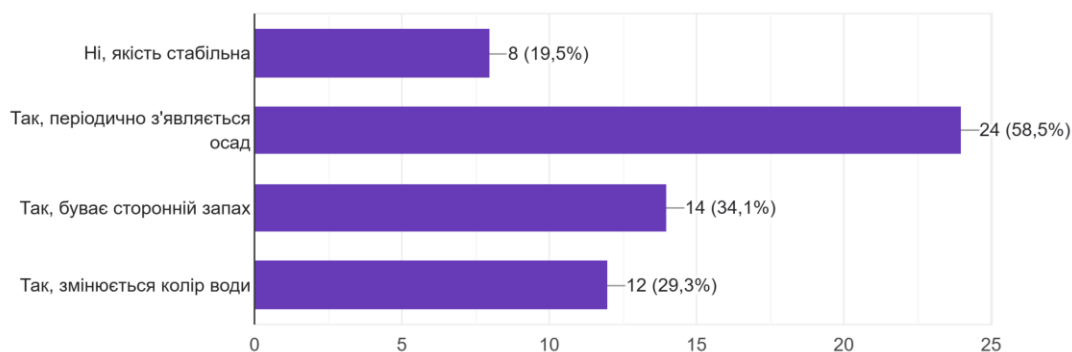


Рис. 3 – Відповіді респондентів на запитання: «Чи помічали Ви зміну якості водопровідної води?»

Також значна частина опитаних (68,3%) повідомила про прояви підвищеної жорсткості води – появу накипу в чайниках і сухість шкіри після миття (Рис. 4). Надмірна жорсткість води зумовлена високою концентрацією солей кальцію (Ca^{2+}) та магнію (Mg^{2+}), які потрапляють у воду природним шляхом або через антропогенні фактори.

Високий вміст мінералів негативно впливає на побутову техніку. Надмірна жорсткість води, спричинена високим вмістом солей кальцію (Ca^{2+}), магнію (Mg^{2+}) та інших мінералів, може негативно впливати на здоров'я, особливо при тривалому вживанні, зокрема, висока концентрація кальцію та оксалатів у воді сприяє утворенню каменів у нирках або сечовивідних шляхах, порушує баланс мікрофлори кишечника, особливо у дітей, викликає захворювання шкіри та алергії, посилює симптоми хронічних шкірних захворювань. Надмірне надходження кальцію може сприяти відкладенню солей у судинах, збільшуючи ризик атеросклерозу. Тривале вживання жорсткої води може посилювати запальні процеси в суглобах.

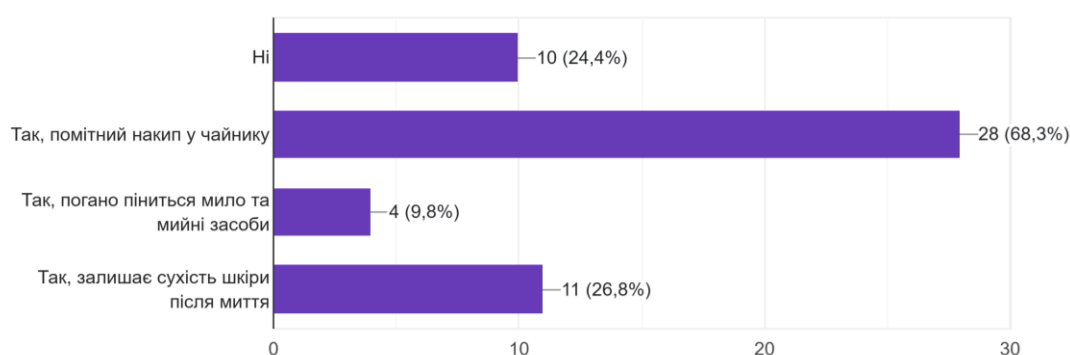


Рис. 4 – Відповідь респондентів на запитання: «Чи помічали Ви ознаки жорсткої води у вашому домі?»

Щодо екологічного стану Кременчуцького водосховища, 48,8% респондентів спостерігали значну кількість сміття на берегах, а 26,8% помітили скиди стічних вод. При цьому лише 12,2% вважають, що ситуація покращилася останніми роками [3].

Таким чином, отримані результати свідчать про актуальність проблем водопостачання та санітарного стану водосховища для населення Кременчуцького району. Необхідними є як інфраструктурні заходи з поліпшення очищення води, так і активізація просвітницької роботи щодо екологічної свідомості.

Література

1. Екологія. Довкілля. Енергозбереження: монографія. Полтава: Нац. ун-т «Полтав. політехніка ім. Юрія Кондратюка», 2024. 229 с.
2. Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами : Постанова Каб. Міністрів України від 25.03.1999 №465; станом на 30 жовт. 2013р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/465-99-п#Text> (дата звернення: 21.04.2025).
3. Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення : Закон України від 10.01.2002 №2918-III; станом на 1 жовт. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14#Text> (дата звернення: 21.04.2025).

МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНКИ ІНТЕНСИВНОСТІ ВПЛИВУ КАР'ЄРНОГО ВІДПРАЦЮВАННЯ МЕЖИРІЧНОГО РОДОВИЩА РОЗСИПНИХ ТИТАНОВИХ РУД НА ПІДЗЕМНІ ВОДИ

*Горишнякова Я.В., аспірант, наук.співроб., Маркіна Н.К., зав.лабораторії
Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут
екологічних проблем», м. Харків, Україна*

Вступ. Сучасний етап розвитку гірничодобувної промисловості супроводжується активною експлуатацією родовищ, що неминуче посилює навантаження на навколишнє природне середовище, особливо на водні ресурси. У випадку Межирічного родовища розсіпних титанових руд, де застосовується технологія відкритої розробки, значно зростає ризик інфільтрації забруднювальних речовин у підземні горизонти. Це може мати тривалі та малоконтрольовані наслідки, особливо у контексті охорони джерел питного водопостачання.

Актуальність дослідження Відсутність належної системної методики оцінки інтенсивності гідрохімічного впливу на підземні води в початковий період експлуатації родовища, ускладнює оцінку ефективності передбачених в проекті водоохоронних заходів і, тим самим, спричиняє несвоєчасне прийняття управлінських рішень, при їх необхідності. У зв'язку з цим, дослідження, спрямовані на формалізовану оцінку впливу гірничодобувної діяльності на гідросферу, є на часі як у науковому, так і в практичному контексті.

Наукова новизна та значення дослідження. Уперше для умов відпрацювання Межирічного родовища розсіпних титанових руд розроблено та реалізовано методологічну модель, яка дозволяє оцінити надійність водоохоронних заходів, впроваджених в технологію гірничо-збагачувальної діяльності МГЗК і визначити інтенсивність її впливу на підземні води у процесі експлуатації родовища. Введення концепції відносних концентрацій та використання інтегрального підходу до аналізу дає змогу встановити закономірності розподілу забруднення по території.

Мета та завдання дослідження. Метою роботи є розробка та реалізація методології оцінки інтенсивності впливу гірничих об'єктів Межирічного ГЗК (МГЗК) на підземні води. Для досягнення мети поставлені для виконання наступні завдання:

- провести аналіз гідрохімічних характеристик підземних вод за трирічний період проведення післяпроектного моніторингу (2020–2022 рр.);
- виокремити репрезентативні показники можливого впливу об'єктів Межирічного ГЗК на підземні розрахувати відносні концентрації обраних компонентів;
- визначити інтенсивність забруднення підземних вод в залежності від зони впливу конкретних об'єктів МГЗК та дати його кількісну оцінку за допомогою шкали градацій забруднення;

- обґрунтувати вибір забруднювальних речовин для прогнозування можливих довгострокових змін якості підземних вод.

Матеріали та методи дослідження. Інформаційну базу дослідження склали результати післяпроектного моніторингу проведеного УкрНДЦП в 2020–2022 рр. в рамках науково-дослідних робіт на замовлення ТОВ «МЕЖИРІЧЕНСЬКИЙ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИЙ КОМБІНАТ» (МГЗК), які дозволили простежити динаміку зміни хімічного складу підземних вод в межах розрахункової зони впливу об'єктів МГЗК. Згідно з програмою післяпроектного моніторингу кількість пунктів спостережної мережі складала 7 колодязів і 5 свердловин. Всього за період досліджень було відібрано 60 проб підземних вод.

Основні методи досліджень: гідрохімічний аналіз проб води, обчислення відносних концентрацій (С/ГДК), порівняльний аналіз показників забруднення підземних вод на окремих ділянках впливу між собою та з показниками якості підземних вод на фоновій ділянці. Для класифікації ступенів забруднення застосована методика визначення градацій [1].

Методологія досліджень. Методологічна схема оцінки інтенсивності впливу включає наступні ключові етапи:

1. *Аналіз гідрохімічного складу підземних вод.* В процесі досліджень встановлено варіативність підземних вод за іонним складом: зафіксовані *гідрокарбонатні, сульфатні, хлоридні типи води* з переважанням іонів кальцію, натрію чи магнію, в залежності від сезонів року. Зафіксована також зміна концентрацій марганцю та титану (специфічних компонентів для регіону).

2. *Вибір репрезентативних забруднювальних речовин.* Для оцінки обрано *хлориди, сульфати, сухий залишок, загальну жорсткість та марганець*. Їх вибір обумовлений як специфікою хімічного складу підземних вод в регіоні, так і можливим техногенним походженням, пов'язаним із гірничозбагачувальною діяльністю МГЗК.

3. *Розрахунок відносних концентрацій ($C_{\text{відн}}$).* Забруднення оцінювалося через відношення фактичних концентрацій до гранично допустимих концентрацій (ГДК), встановлених відповідно до ДСанПіН 2.2.4-171-10 [2]. Формула розрахунку: $\bar{C} = C_{\text{ф}} / C_{\text{ГДК}}$, де $C_{\text{ф}}$ — фактична концентрація речовини; $C_{\text{ГДК}}$ — відповідне нормативне значення.

4. *Визначення інтенсивності забруднення.* Інтенсивність забруднення визначалася як середньоарифметичне значення відносних концентрацій забруднювачів у межах зони впливу конкретних об'єктів МГЗК. Інтенсивність забруднення підземних вод на території промайданчика в цілому визначалась за сумарною середньоарифметичною відносною величиною *хлоридів, сульфатів, загальної жорсткості та сухого залишку* і за сумарними середньоарифметичними відносними концентраціями *марганцю* – природно-геохімічно зумовленого для регіону елементу.

5. *Класифікація інтенсивності забруднення.* Відповідно до [1], застосовано визначення градацій забруднення підземних вод. При цьому градації Іа і Іб характеризують ті випадки забруднення, коли ще не перевищено ГДК, тобто вода належить до категорії "умовно забруднені води" ($C/\text{ГДК} < 1$). Градації Іа (А,

Б) і Пб (В, Г, Д) відповідають випадкам, коли концентрація забруднювальних речовин перевищує їх ГДК (С/ГДК >1) – категорія "забруднені води" (за різної інтенсивності – від 1-5 до 100). Градація Пв належить до категорії «екстремальне забруднення» (С/ГДК >100).

6. Просторово-часовий аналіз та порівняння з фоновими умовами. Для інтерпретації результатів, в методиці передбачається зіставлення одержаних даних щодо інтенсивності забруднення підземних вод в зоні впливу МГЗК з показниками, які характерні для підземних вод поза межами промислового впливу об'єктів МГЗК. Це дозволить виокремити роль техногенних чинників в формуванні забруднення підземних вод і виявити ефективність водоохоронних заходів, впроваджених в технологію видобування.

Результати досліджень. За розробленою методикою авторами проведені дослідження, результати яких дозволили встановити інтенсивність забруднення підземних вод на проммайданчику в цілому і оцінити її поступове зростання у часовому вимірі. Середньоарифметичне значення відносних концентрацій обраних компонентів у 2020 році становило 1,108, у 2021 році – 1,697, а у 2022 році – 2,234. При цьому їх значення на фоновій ділянці становило 1,680. Між тим, у 2024 році воно знизилось до 1,180, Такі коливання можуть свідчити, що забруднення підземних вод в регіоні може відбуватися як за рахунок промислової діяльності в цілому, так і за рахунок природних факторів (зокрема, кліматичних). Поряд з цим, максимальне навантаження на підземні води за рахунок природно-техногенних факторів в межах проммайданчика, прослідковується в зоні локального впливу збагачувальних фабрик, де рівень забруднення сягнув 2,460 - 3,829 («забруднені води»). Водночас, найменші показники (0,973 - 1,462) встановлено у зоні впливу кар'єрів, що дозволяє класифікувати води як «умовно забруднені».

Висновки. Розроблена методологія дозволяє ефективно ідентифікувати найбільш проблемні ділянки та є інструментом для оптимізації водоохоронних заходів. Доцільно продовжити моніторинг із акцентом на прогноз змін вмісту ключових компонентів (марганець, жорсткість, сухий залишок), що дозволить створити превентивну систему управління екологічною безпекою.

Практичні рекомендації. Запропонована авторами методологія дозволяє оперативно реагувати на виявлені тенденції та коригувати систему водоохоронних заходів, що сприятиме зменшенню техногенного навантаження на гідросферу та формуванню безпечного середовища у зоні гірничодобувної діяльності. Такий підхід може бути використаний для інших гірничих об'єктів, які потребують оцінки надійності передбачених проектом водоохоронних заходів зі схожими технологіями відпрацювання родовищ.

Література

1. Лобода Н.С., Отченаш Н.Д. Підземні води, їх забруднення та вплив на навколишнє середовище : навчальний посібник / Одеса : ОДЕУ, 2017, 199 с.
2. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною [Чинний від 2010-05-12]. Київ : Міністерство охорони здоров'я України, 2010 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>

ПРОБЛЕМА ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ КРАСНОКУТСЬКОЇ ОТГ

*Данильченко В.С., студент, Кот А.Г., ст. викладач
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
м. Харків, Україна*

У сучасних умовах агровиробництва в Україні проблема деградації ґрунтового покриву набула особливої гостроти, особливо в сільськогосподарських районах із високим рівнем розораності земель. Краснокутська об'єднана територіальна громада (ОТГ), розташована на північному заході Харківської області, є типовим прикладом території, де тривалий антропогенний тиск у поєднанні з природними чинниками призвів до значного виснаження ґрунтів. За даними Державної служби геодезії, картографії та кадастру України, понад 70 % території громади становлять сільськогосподарські угіддя, з яких близько 85 % – орні землі [1].

Для дослідження водної ерозії на сільськогосподарських землях було обрано методику WEPP (Water Erosion Prediction Project), яка є однією з найефективніших для прогнозування ерозійних процесів на основі численних факторів, таких як рельєф, кліматичні умови та агротехнічні практики [2]. Модель WEPP дозволяє не лише детально оцінити втрати ґрунту, але й аналізувати ефективність різноманітних ґрунтозахисних заходів, що є важливим для розробки рекомендацій щодо боротьби з ерозією [3].

У рамках дослідження для моделювання були використані типові параметри лісостепової зони, зокрема структура ґрунтового профілю з глибиною ґрунтових шарів від 0 до 800 мм, фізико-хімічні характеристики ґрунтів, зокрема вміст піску, глини, органічної речовини та катіонно-обмінну ємність (СЕС) для кожного шару ґрунту. Початковий рівень насичення вологою становив 75%, що відповідає стандартним умовам для лісостепу [4]. Параметри еродованості, такі як Interrill Erodibility та Rill Erodibility, були визначені автоматично моделлю на основі вхідних значень [5].

Дослідження було проведено на модельному сільськогосподарському полі в межах Краснокутської об'єднаної територіальної громади (ОТГ) Харківської області. Для оцінки впливу водної ерозії на різні ділянки рельєфу було визначено чотири умовні відрізки схилів, на яких було розраховано кути нахилу та довжини ділянок. Це дозволило детальніше оцінити потенційні ризики ерозії на кожному відрізку, оскільки ерозія часто проявляється більш інтенсивно на крутих схилах [6].

Рельєфні характеристики відрізків включали: відрізок 1 має довжину 244 м і різні частини з кутами нахилу від 0,57% до 4,12%; відрізок 2 - найдовший, 584 м, з трьома частинами різного кута нахилу: від 0% до 1,65%; відрізок 3 - 378 м, з двома частинами, одна з яких має нахил 3,0%, а інша - 0,9%; відрізок 4 — 285 м, з кутом нахилу 2,81%.

Моделювання водної ерозії показало, що на всіх відрізках спостерігаються значні втрати ґрунту. Зливи на всіх ділянках складають 55 мм. Відрізок 1 має найбільші транзитні втрати ґрунту - 0,251 т/га, в той час як відрізок 2 показує

найменші втрати - 0,175 т/га. Найвищі ерозійні втрати спостерігаються на відрізку 3 (0,034 кг/м²). Це свідчить про необхідність вжиття заходів для зменшення ерозії, особливо на відрізках з більшими транзитними втратами.

Після впровадження посіву багаторічних трав, усі відрізки показали значне зменшення поверхневого стоку та ерозійних втрат. На відрізку 1 втрати ґрунту зменшились до 0,075 т/га, а на відрізку 2 - до 0,145 т/га. Це свідчить про ефективність посіву багаторічних трав як ґрунтозахисного заходу, зниження якого допомагає зберігати родючість ґрунтів та зменшувати водну ерозію (рис. 1).

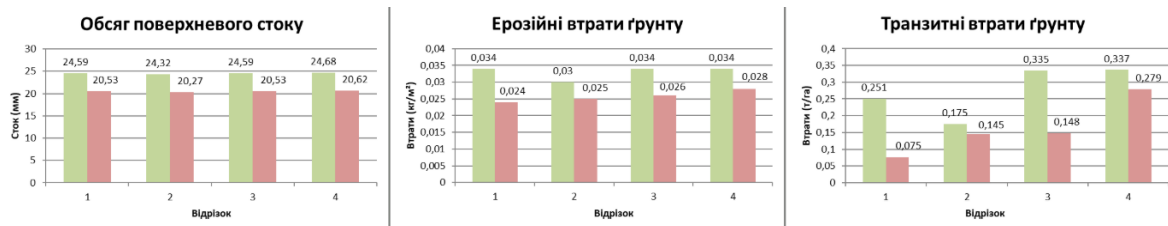


Рис. 1 - Графічне зображення змін впливу ерозії на ґрунти після застосування рекомендацій

Моделювання водної ерозії на різних відрізках показало значний вплив рельєфу на рівень ерозії. Впровадження ґрунтозахисного заходу — посіву багаторічних трав — суттєво зменшує поверхневий стік та ерозійні втрати ґрунту, що свідчить про ефективність цього заходу для боротьби з ерозією та збереження родючості ґрунтів у регіоні.

Література

1. Державна служба геодезії, картографії та кадастру України. Публічна кадастрова карта. — <https://map.land.gov.ua>
2. Flanagan, D. C., & Livingston, S. J. (1995). *WEPP: Soil Erosion Prediction and Modeling*. Water Resources Institute.
3. Nearing, M. A., et al. (2004). *Modeling Soil Erosion by Water*. In *Handbook of Hydrology* (pp. 33-34). McGraw-Hill.
4. Wang, C., et al. (2018). *Soil Erosion and Sediment Transport Modeling in the Context of Land Use Changes: A Case Study*. *Environmental Modeling & Software*, 101, 1-13.
5. Lane, L. J., Nearing, M. A., & Foster, G. R. (1995). *The WEPP Model: A New Generation of Erosion Prediction*. American Society of Agronomy.
6. Lal, R. (2001). *Soil Degradation by Erosion*. In *Global Climate Change and Agricultural Sustainability* (pp. 89–115). Springer.

ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ПРИРОДООХОРОННИХ ТЕРИТОРІЙ В УМОВАХ ВПЛИВУ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Дрозд О. М., канд. с.-г. наук, с.н.с.^{1,2}, Дядін Д.В., канд. техн. наук, доцент¹

¹ *Харківський національний університет міського господарства*

ім. О.М. Бекетова

² *Estación Experimental de Aula Dei, EEAD-CSIC, Spain*

В контексті євроінтеграційних процесів Україна взяла на себе ряд зобов'язань у сфері охорони навколишнього середовища, зокрема щодо розширення територій природно-заповідного фонду (ПЗФ) [1, 2]. Угода про асоціацію між Україною та ЄС (2014 р.), участь в Бернській конвенції та конвенції про біологічне різноманіття передбачає зближення законодавства України з екологічним правом ЄС, включаючи імплементацію Директиви про середовища існування (92/43/ЄЕС) та Директиви про птахів (2009/147/ЕС, створення території Смарагдової мережі (Emerald Network) для збереження видів і біотопів європейського значення, збереження та сталого використання біорізноманіття, в тому числі через розширення мережі охоронюваних територій [3].

Унікальність України для європейського континенту полягає в наявності степових екосистем і другої за величиною площі водно-болотних угідь (спільно з Румунією). Україна займає менше 6% території Європи і підтримує приблизно 35% її біорізноманіття завдяки своєму природному різноманіттю та є важливим осередком існування проживання мігруючих видів, багато з яких є рідкісними.

Наразі за офіційними даними площа охоронюваних природних об'єктів становить 6,9%. За останні роки Україна досягла значного прогресу щодо розширення територій Смарагдової мережі, зокрема 377 об'єктів (близько 8 млн. га), визнаних Бернським комітетом. Для порівняння, охоронювані природні території Іспанії становлять близько 30% загальної території країни [4]. Станом на 2024 рік, незважаючи на поступове, але повільне зростання охоронюваних територій, Україна все ще відстає від європейських стандартів і національної цілі – 15% території, яка, згідно зобов'язань має бути досягнута до 2030 року. Серед основних перешкод – недосконалість обліку системи ПЗФ, інституційна фрагментація управління охоронюваними територіями, невизначений правовий статус територій Смарагдової мережі.

Сучасні реалії України створюють суперечливу ситуацію: з одного боку, існує гостра необхідність розширення територій природно-заповідного фонду для збереження унікального біорізноманіття, з іншого боку – наявна економічна потреба виробництва додаткової продукції в умовах зміни клімату зумовлює критичну необхідність в розширенні площ зрошення сільськогосподарських земель. Переважна частина зрошуваних територій наразі знаходиться в зоні тимчасової окупації, перспективи їх використання в умовах повоєнного відновлення потребуватимуть значних наукових, технологічних, організаційних

та правових зусиль для забезпечення балансу між збереженням природних екосистем і задоволенням продовольчої безпеки.

Зона зрошення в Україні переважно зосереджена в південних регіонах (Херсонська, Миколаївська, Одеська, Запорізька обл.). Вони характеризуються відносно низькою часткою охоронних територій через посушливі кліматичні умови та високий рівень сільськогосподарського використання. Оцінка показала наявність 66 охоронюваних територій 38 з них – водно-болотні екосистеми, 15 – морські або лагунні, 23 – прісні поверхневі води або водно-болотні угіддя. Відсоток охоронних територій значно варіюється між областями, коливаючись від 3,1 до 11,2 %, при середньому показнику 6 %. Аналіз супутникових знімків показує непоодинокі випадки недотримання вимог природоохоронного законодавства, коли частина буферної зони навколо природних заповідників використовується для сільського господарства, що посилює ризики для природоохоронних територій.

В умовах зміни клімату та втрати частини територій з традиційно розвиненим зрошенням, Україна стикається з необхідністю відновлення і розширення існуючих іригаційних систем, створення нових площ зрошення, забезпечення водними ресурсами сільськогосподарських територій, запровадження інноваційних технологій зрошення та розширення потенціалу використання нетрадиційних для України джерел і територій зрошення (підземні води, резервуари і т. ін.).

У межах європейської мережі Natura 2000 сільськогосподарська діяльність не заборонена, але має відповідати принципам сталого природокористування та збереження природних середовищ існування та видів, для охорони яких створено ці території. Серед дозволених видів сільськогосподарської діяльності – екстенсивне (традиційне) сільське господарство (пасовищне тваринництво, сінокосіння, ротаційне випасання, вирощування культур без інтенсивного внесення добрив або пестицидів); агроекологічні практики, що сприяють підтриманню біорізноманіття (збереження живоплотів, польових смуг, вологих ділянок, традиційних ландшафтів); органічне землеробство; випас худоби та сінокосіння на природних луках; діяльність у рамках програм спільної аграрної політики ЄС (фермери можуть отримувати компенсації або фінансування за екологічно обґрунтоване ведення господарства). Використання таких територій передбачає обов'язковий моніторинг якості компонентів довкілля і жорстку систему штрафів за порушення вимог чинного законодавства. Не зважаючи на такі обмеження, в європейській науковій літературі констатуються факти негативного впливу сільськогосподарської діяльності на стан природоохоронних територій мережі Natura 2000, зокрема фіксуються випадки підвищеного вмісту нітратів у поверхневих водах прилеглих об'єктів та зниження біорізноманіття [5].

Законопроект України «Про Смарагдову мережу» передбачає можливість обмеженого сільськогосподарського використання природоохоронних територій шляхом ведення органічного землеробства, використання територій під пасовища, вирощування багаторічних трав для тваринництва з а умови

попередньої оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВД) та суворого моніторингу.

При поєднанні природоохоронних і сільськогосподарських інтересів в контексті зазначеної потреби одночасного розширення площ природоохоронних і зрошуваних сільськогосподарських територій для України існує цілий ряд викликів. Фрагментарність законодавчої та інституційної ускладнює координацію землекористування та контроль за дотриманням природоохоронних вимог на сільськогосподарських угіддях. Недостатній рівень фінансової або інституційної підтримки для фермерів, що впроваджують агроекологічні практики, зокрема в зонах, важливих для збереження біорізноманіття (наприклад, у межах або поруч із потенційними територіями Natura 2000) зумовлюють незацікавленість товаровиробників у використанні таких практик і територій. Недосконалість системи моніторингу, відомчий підхід та відсутність інтегрованих систем даних ускладнює ефективне відстеження дотримання природоохоронного законодавства. Невизначеність прав власності та фрагментоване землеволодіння ускладнює як природоохоронне планування, так і впровадження сталих практик землекористування. Нагальна потреба у відновленні агровиробництва в постраждалих регіонах може відсунути екологічні пріоритети на другий план, зокрема в зонах, де акцент зроблено на іригацію та продовольчу безпеку. Низький рівень обізнаності, залученості зацікавлених сторін, недостатня комунікація з місцевими громадами та агровиробниками у процесах прийняття рішень підриває довіру та ускладнює пошук збалансованих рішень між охороною природи та аграрними потребами.

Отже, баланс між розширенням природоохоронних територій та потребою розширення територій зрошуваного землеробства в Україні залишається складним завданням, що вимагає комплексного підходу. Європейський досвід демонструє як можливості, так і обмеження поєднання цих функцій. Для України критично важливо розробити власну модель сталого управління територіями, що враховує як унікальне біорізноманіття країни, так і потреби продовольчої безпеки.

Література

1. Association Agreement between the European Union and Ukraine. Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/en/yevropejska-integraciya/ugoda-pro-asociacyu> (дата звернення 22.03.2025).
2. Закон України "Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року". Електронний ресурс. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (дата звернення 10.03.2025)
3. Protected areas in Europe - an overview. Режим доступу: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/protected-areas-in-europe-2012> (дата звернення 22.03.2025)
4. La Red Natura 2000 en España Asses: https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/red-natura-2000/m_espana.html (дата звернення 20.04.2025)
5. Гриник Є., Василюк О., Романов П., Кученко Б., Куземко А., Кавурка В., Мартинов О., Куцоконь Ю., Некрасова О., Марущак О., Вітер С., Брусенцова Н., Русін М., Годлевська Л., Борисенко К. Оцінка впливу на довкілля (ОВД) проектів на територіях мережі Емеральд / О-93 Кол. авт., за ред. Борисенко К. А. – Чернівці : Друк Арт, 2021. – 240 с.

ВПЛИВ СПОСОБІВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ПРОЕКТИВНЕ ПОКРИТТЯ ҐРУНТУ

*Дьомкін О.О., Дегтярьова З.О., доктор філософії
Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна*

Проективне покриття поверхні ґрунту рослинністю відіграє ключову роль у захисті ґрунтів від деградації, зокрема водної та вітрової ерозії, а також у збереженні вологості та біологічної активності. Спосіб обробітку ґрунту є одним із головних агротехнічних чинників, що безпосередньо впливає на густоту, рівномірність і динаміку розвитку рослинного покриву.

Традиційний (плужний) обробіток передбачає глибоке розпушення ґрунту, що з одного боку забезпечує кращі умови для проростання насіння, але з іншого – призводить до руйнування ґрунтової структури, збільшення ерозійної чутливості і зменшення проективного покриття на ранніх етапах вегетації [1, 2].

Мінімальний обробіток, на відміну від традиційного, зберігає більше рослинних решток на поверхні поля, що сприяє підвищенню проективного покриття, особливо в посушливих умовах [3]. Нульовий обробіток (No-till) сприяє формуванню постійного рослинного покриву, що ефективно протидіє ерозійним процесам і підтримує стабільне проективне покриття протягом усього вегетаційного періоду [4]. Спостерігається позитивний кореляційний зв'язок між рівнем проективного покриття та кількістю гумусу, стабільністю ґрунтової структури й активністю мікробіоти. У системах із біологізованими підходами проективне покриття залишається на рівні 70–90 %, що істотно перевищує показники на фоні інтенсивного механічного втручання [5].

Метою даного дослідження було оцінити вплив різних способів основного обробітку ґрунту на проективне покриття чорнозему типового в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Проективне покриття рештками соняшника протягом осіннього періоду найвищою виявилася після локального розпушування із збереженням цієї переваги до початку літа. З іншого боку ця перевага зникла у літній період, а ступінь проективного покриття навесні був достатньо низьким у відношенні до рівня ґрунтозахисної стійкості.

Суцільне застосування чизельного обробітку посилювало процес часткового загортання решток. При цьому мілкіший обробіток підсилював цей ефект порівняно з глибшим. Дисковий обробіток найінтенсивніше перемішує післяжнивні рештки з ґрунтом, але забезпечував рівень проективного покриття на рівні з чизельним звичайним обробітком.

Додаткового до підвищення ґрунтозахисного ефекту поверхні сприяв перерозподіл кореневої системи після заміни оранки безполицевими обробітками. Відмічена тенденція до диференціації вмісту кореневої системи із збільшенням її, особливо, після локального чизельного та дискового обробітків, що можна вважати підсиленням стійкості поверхні від деградації. Поряд з цим

до підвищення ґрунтозахисної ефективності можна додати вищу забур'яненість посівів, що підсилює рослинну масу і захист поверхні.

Таблиця 1

Вплив способів обробітку ґрунту на проективне покриття поверхні ґрунту в чистому парі

Способи обробітку ґрунту	Наявність післяжнивних решток у періоді року, %			
	восени	рано навесні	на початку літа	у кінці літа
Оранка на 20–22 см (контроль)	4	1	0	0
Локальне розпушування ПЧ-2,5 на 33–35 см	24	15	6	1
Чизельний обробіток ПЧ-2,5 на 33–35 см	20	10	5	0
Дискування ДМТ-4А на 10–12 см	15	8	2	0
Чизельний обробіток на 20–22 см	16	10	4	0
НІР ₀₅	1,7	2,0	2,5	–

Додатковим елементом підсилення ґрунтозахисної ефективності є покращення структурності ґрунту. У підсумку всіх складових, що отримано в наших дослідженнях, прийоми чизельного обробітку істотно підвищують ґрунтозахисну ефективність на 5–7% порівняно з оранкою. Найвище значення цієї переваги зафіксовано після застосування локального чизельного обробітку.

Література

1. Демидович В.І., Сидоренко О.М. Вплив традиційного обробітку ґрунту на структурно-агрономічні властивості чорноземів. *Агроекологічний журнал*. 2018. №3. С. 45–50.
2. Березовський В.С., Іванюк А.Г. Ерозійна стійкість ґрунтів при різних системах обробітку. *Ґрунтознавство*. 2017. Т. 18, №2. С. 65–70.
3. Гуменюк Л.В. Мінімальний обробіток ґрунту як елемент сталого землеробства. *Наукові праці Інституту агроекології і природокористування НААН України*. 2019. Вип. 2. С. 112–117.
4. Білик М.І., Шевчук В.О. Вплив нульового обробітку на біологічну активність ґрунтів та проективне покриття. *Вісник аграрної науки*. 2020. №7. С. 78–84.
5. Kern J.S., Johnson M.G. Conservation tillage impacts on national soil and atmospheric carbon levels. *Soil Science Society of America Journal*. 1993. Vol. 57, № 1. P. 200–210.

ТУРИЗМ ЯК ЧИННИК ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ

Жук Ю. І., к. геогр. н., доц., Бухта І. О., інж. II кат.

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

Структура екосистемних послуг (ESF) є потужним інструментом для розуміння взаємозв'язку між природою та суспільством. Екосистемні послуги (ES) стали широко використовуваним терміном у 2005 році завдяки Оцінці екосистем на порозі тисячоліття (MEA), яка перенесла концепцію з «академічного глухого кута» в основну течію природоохоронної та екологічної політики» [3]. MEA визначає екосистемні послуги як користь, яку люди отримують від екосистем. Це включає в себе надання послуг, таких як їжа, вода або деревина; послуги регулювання, які впливають на погоду, повені, хвороби, відходи або якість води; культурні послуги, які надають рекреаційні, естетичні чи духовні переваги; і допоміжні послуги, такі як ґрунтоутворення [3].

Подібним чином туризм є важливим вираженням відносин між природою та суспільством. Як часто зазначається, туризм є однією з найбільших галузей у світі, яка підтримує 284 мільйони робочих місць і генерує 9,8% світового валового внутрішнього продукту. Однак, як і всі економічні сектори, розвиток туризму значною мірою залежить від екосистемних послуг. Індустрія туризму потребує надання послуг для забезпечення туристів їжею, водою чи енергією. Крім того, регулюючі послуги є важливими, оскільки екосистеми регулюють погоду, наприклад, що є фундаментальним при виборі туристами місця призначення, про що свідчить створення Кліматичного індексу туризму [4].

Водночас, багато видів туристичної діяльності здійснюються в районах, які постраждали від стихійних лих, таких як повені чи урагани. Таким чином, екосистеми здатні пом'якшувати ризики, які можуть вплинути на туристичну діяльність, ризики, які, як очікується, зростатимуть у майбутньому через зміну клімату [4]. Крім того, що не менш важливо, послуги культурної екосистеми мають вирішальне значення для задоволення відвідувачів. Туристів приваблюють різні послуги культурної екосистеми, такі як естетична оцінка, рекреаційний досвід або духовний і релігійний досвід [3]. У цих термінах залежність туризму від екосистемних послуг є очевидною.

Відповідно до класифікації CICES (Common International Classification of Ecosystem Services) версії 5.1, культурні екосистемні послуги, що задовольняють рекреаційні та туристичні потреби, можуть бути систематизовані за трьома основними категоріями:

1. Прямі взаємодії з природним середовищем, які передбачають фізичну присутність людини в екосистемі. До цього блоку відносять послуги, що виникають у результаті активної участі в природному середовищі, зокрема: лікувальні та оздоровчі практики, рекреаційна діяльність, спортивні заняття, екотуризм, участь у польових наукових дослідженнях, екологічна освіта, а також естетичне сприйняття природи. Окрім цього, до прямих взаємодій зараховують і

пасивні форми взаємодії, які, хоча й не передбачають активної діяльності, все ж базуються на перебуванні у природному середовищі — наприклад, насолода звуками природи, ароматами, споглядання краєвидів, що сприяють зниженню рівня стресу, психоемоційному відновленню та релаксації.

2. Опосередковані або віддалені взаємодії, що не потребують безпосередньої присутності людини в екосистемі, але формують емоційні, духовні чи інтелектуальні зв'язки з природним середовищем. Цей тип послуг охоплює задоволення духовних і релігійних потреб, натхнення для творчості, символічне сприйняття природи, а також вплив природного середовища на культурну ідентичність, формування іміджу території, залучення до віртуальних або культурних практик, пов'язаних із природою.

3. Інші культурно значущі характеристики екосистем, які важко формалізувати, але які мають істотне символічне, історичне або соціокультурне значення. До них належать унікальні природні об'єкти чи ландшафти, що є складовою культурної спадщини, джерелом національної гордості, етнокультурної ідентичності або збереженої традиції [1, 2].

Туризм, спираючись на екосистемні послуги, одночасно є чинником їх збереження і трансформації. В умовах глобалізації туристичні потоки дедалі частіше спрямовуються до природно цінних територій, включаючи національні парки, узбережжя, гірські масиви та культурно-природні ландшафти. Це, з одного боку, сприяє популяризації ідеї збереження природи, а з іншого – створює навантаження на екосистеми. Підвищена антропогенна активність призводить до фізичної деградації середовища, зниження біорізноманіття, фрагментації екосистем, що змінює не лише якісний, а й просторовий розподіл екосистемних послуг.

У цьому контексті важливою є концепція «екологічної ємності» територій, що визначає межу допустимого туристичного навантаження. Перевищення цієї межі веде до зменшення обсягу екосистемних послуг або до їх повної втрати. Наприклад, у середземноморських країнах надмірна забудова прибережних зон призвела до деградації рекреаційного потенціалу узбереж'я і зниження якості культурних екосистемних послуг. Водночас, країни як-от Коста-Рика, Нова Зеландія та Норвегія активно впроваджують механізми оплати за екосистемні послуги (PES), коли частина коштів, отриманих від туристів, спрямовується на охорону природи, відновлення середовищ існування та розвиток локальних громад.

Важливо також відзначити, що культурні ЕП, пов'язані з туризмом, зазнають символічної трансформації. Наприклад, гірські пейзажі або сакральні природні об'єкти стають «туристичними брендами», втрачаючи автентичний зміст для місцевих громад. Це явище потребує додаткового вивчення в межах екологічної антропології та культурної географії.

З огляду на сучасні виклики, інтеграція екосистемного підходу до планування туризму є критично важливою. Запровадження екоорієнтованих практик, оцінювання екосистемних послуг як ресурсної бази туризму, та створення механізмів розподілу вигод між зацікавленими сторонами (державою,

громадами, туристичним бізнесом) – є умовами сталого управління природними територіями. Важливою частиною цього процесу є інструменти просторового планування, екологічного моніторингу, а також активне залучення громад у прийняття рішень.

Для України [1, 2], яка має значний природно-ресурсний і туристичний потенціал, постає завдання формування моделей туризму, що базуються на збереженні та раціональному використанні екосистемних послуг. Це особливо актуально для Карпатського регіону, Поділля, узбережжя Чорного та Азовського морів, де високий природно-рекреаційний потенціал поєднується з вразливими екосистемами. Використання міжнародного досвіду PES та впровадження принципів екосистемного менеджменту в туристичну політику можуть стати запорукою збалансованого розвитку цих територій.

Туризм виступає як складний соціоекологічний чинник, що не лише споживає, але й трансформує екосистемні послуги, особливо в контексті культурного та рекреаційного використання природного середовища. Його розвиток без урахування екологічної ємності та просторових обмежень може призводити до деградації природних систем і зменшення їх здатності надавати життєво важливі послуги. Водночас, за умови впровадження екосистемного підходу, туризм може стати інструментом збереження природи, сприяти відновленню ландшафтів, зміцненню локальних громад та формуванню екологічно відповідальної моделі користування ресурсами. Інтеграція принципів PES, інституційна підтримка та залучення місцевого населення є критичними умовами формування ефективної політики в галузі сталого туризму, що базується на цінності екосистемних послуг.

Література

1. Василюк О., Ільмінська Л. Екосистемні послуги. Огляд. URL: https://uncg.org.ua/wp-content/uploads/2020/09/EcoPoslugy_web_new.pdf (дата звернення 13.04.2025)
2. Екосистемні послуги регіонального ландшафтного парку «Знесіння». Дослідження. URL: <https://epl.org.ua/wp-content/uploads/2019/10/Ekosystemni-poslugy-RLP-Znesinnya.pdf> (дата звернення 13.04.2025)
3. Guidelines for ecosystem services based ecotourism strategy. URL: https://dtp.interreg-danube.eu/uploads/media/approved_project_output/0001/47/1cf84489154cf8a85d0dd0ef7c093d083e09b6b7.pdf
4. The Impact of Tourism on Ecosystem Services Value: A Spatio-Temporal Analysis Based on BRT and GWR Modeling. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/5/2587>

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЙ МІНІМАЛЬНОГО ОБРОБІТКУ НА ТВЕРДІСТЬ ҐРУНТУ В УМОВАХ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Журавель О.М.; Шевченко М.В., доктор с.-г. наук

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

Важливим показником фізико-механічних властивостей є твердість ґрунту, що є здатністю чинити опір стисненню і розклинюванню. Її величина останнім часом визнається як один з основних індикаторів фізичних властивостей, серед переваг якої є відносна простота та висока точність визначення. Це якісний показник для оцінки умов проростання насіння і росту кореневої системи рослин. Її величина у великій мірі залежить як від природних факторів, так і від антропогенних, передусім сівозміни, обробітку ґрунту та системи удобрення [1].

В сучасному землеробстві широко впроваджується мінімальний обробіток ґрунту різними знаряддями і в складі альтернативних технологій. Саме зміна твердості стала популярним параметром серед науковців і виробників у відношенні до швидкої оцінки фізичного стану ґрунтів. Доступність широкого асортименту твердомірів та пенетрометрів, дозволяють отримати враження про наявність шкідливого ущільнення на певній глибині, а також передбачити проблему заглиблення сошників. Особливо це важливо при застосуванні технологій безпосередньої сівби. Переважна більшість дослідників вказують на істотні зміни величини твердості ґрунту у разі заміни інтенсивного обробітку безполицевими і мінімальними [2, 4]. Не є винятком застосування нульового обробітку, навіть тривалого періоду застосування цієї технології [3]. З іншого боку, досить часто відмічається неістотне або нешкідливе підвищення цього показника за мінімальних технологій порівняно з оранкою [5].

Кафедра землеробства та гербології ім. О.М. Можейка ДБТУ провела дослідження в стаціонарному досліді на базі ФГ «Журавель» Семенівського району Полтавської області, де вивчалася ефективність сучасних технологій і способів обробітку ґрунту при вирощуванні сої. Ґрунт дослідних ділянок представлений чорноземом типовим малогумусним, кліматичні умови є традиційними для Лівобережного Лісостепу. Серед варіантів обробітку ґрунту вивчалися актуальні технології з використанням безпосередньої сівби сівалкою Great Plains PD 8070, обробітку дисковими знаряддями з вертикальним розміщенням робочих органів Salford RTS, безполицевого розпушування чизельним знаряддям Gaspardo Pinocchio 250/5 і мілкий дисковий обробіток Lemken Rubin 9 порівняно з оранкою оборотним плугом ПО-4-35.

Результати досліджень за період 2021-2023 рр. вказують на істотні зміни величини твердості ґрунту в посівному та орному шарах ґрунту у разі заміни оранки, зменшення глибини і скасування суцільного обробітку (табл. 1). Як видно з наведених даних, найвищим цей показник виявся у варіанті з безпосередньою сівбою одразу на перший рік її впровадження і протягом усіх трьох років, перевищуючи контроль в середньому на 31-73%, а в шарі ґрунту 0-

20 см восени – понад у два рази. Серед варіантів з використанням суцільного основного обробітку варто відмітити чизельне розпушування на глибину оранки, де перевищення твердості виявилися мінімальними відносно контролю, а найвище значення не виходило за межі критичного рівня понад 25 кгс/см².

Таблиця 1

Вплив способів обробітку ґрунту на твердість орного шару
(середнє за 2021-2023 рр.)

Способи обробітку ґрунту	Період визначення	Твердість в шарах ґрунту, кгс/см ²		
		0-10	0-20	0-30
Оранка ПО-4-35 на 23-25 см	осінь	4,3	7,5	22,4
	весна	6,2	12,8	25,3
Розпушування Gaspardo Pinocchio 250/5 на 23-25 см	осінь	5,1	8,5	23,2
	весна	6,5	13,1	25,8
Вертикальний обробіток Salford RTS на 10-12 см	осінь	4,9	9,4	24,5
	весна	6,8	13,8	26,7
Дискування Lemken Rubin 9 на 10-12 см	осінь	4,7	12,7	25,5
	весна	7,1	14,3	28,6
Безпосередня сівба Great Plains PD 8070	осінь	7,5	15,9	29,5
	весна	7,8	16,5	31,2
НІР ₀₅ (обробіток)		0,7	1,3	1,1
НІР ₀₅ (період)		1,2	1,5	1,3

Нами встановлено, що застосування вертикального обробітку при вирощуванні сої має високе ґрунтозахисне значення, зберігаючи тривалий час на поверхні непошкоджені рештки попередника (кукурудзи). Серед варіантів мінімального обробітку вертикальне дискування забезпечило найоптимальніші умови фізичного стану орного шару ґрунту.

Література

1. Агрофізика ґрунту: науково-навчальний посібник / Медведєв В.В., Булигін С.Ю., Вітвіцький С.В., Пліско І.В. К.: НУБіП України, 2018. 272 с.
2. Будьонний В.Ю. Вплив способів основного обробітку на показник твердість ґрунту та урожайність квасолі. *Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2017. №23. С. 5–9.
3. Глущенко Л. Д. Вплив антропогенних і природних факторів на твердість ґрунту, вологоспоживання та продуктивність культур Полтавщини / [Л. Д. Глущенко, Л. В. Хоменко, Ю. Л. Дорошенко та ін.]. *Вісник Полтавської державної аграрної академії: Сільське господарство. Рослинництво*. 2010. №3. С. 35-38.
4. Шевченко М.В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в умовах нестійкого та недостатнього зволоження: моногр. Харків: ХНАУ, Майдан, 2019. 210 с.
5. Cannel R. Q., Hawes J. D. Trends in tillage practices in relation to sustainable crop production with special reference to temperate climates. *Soil & Tillage Research*. 1994. N30. PP. 245-282.

ЗНАЧЕННЯ ЗЕЛЕНИХ ЗОН ДЛЯ ПСИХОЕМОЦІЙНОГО ЗДОРОВ'Я МЕШКАНЦІВ МІСТ

Карпишин М. С., аспірантка

*Львівський національний університет ім. Івана Франка,
м. Львів, Україна*

Усім відомо, що зелені зони мають важливий позитивний вплив на функціонування міста. Серед основних функцій виділяють: зменшення забруднення повітря, регулювання температурного режиму, поглинання CO₂ та вироблення кисню. Загальновідомо й те, що озеленення міст покращує психічне здоров'я і благополуччя його мешканців.

У містах України майже щодня звучать сирени, панує невизначеність та зростає емоційна напруга, зелені зони набувають ще більшого значення. Вони стають не просто місцем відпочинку, а й простором психологічного порятунку, стабільності та внутрішнього відновлення не лише для мешканців, а й для людей та військових, які повертаються з передової або проходять реабілітацію. У часи війни міське середовище часто втрачає відчуття нормальності. Зелені зони — це місця, де люди можуть відчувати хоч тимчасовий спокій, повернення до «мирного» простору, навіть якщо навколо триває конфлікт. Дерев, квіти, свіже повітря нагадують про сталість природи, яка протистоїть руйнуванню. Після пережитого стресу люди потребують реабілітації тож прогулянки в зелених зонах можуть слугувати формою природної терапії, сприяючи зниженню ПТСР (посттравматичного стресового розладу) та тривожності. Це особливо актуально для дітей, літніх людей та військових.

Неконтрольована хаотична забудова ущільнює місто буває, що забудовники повністю ігнорують будь-які норми озеленення. Наявність достатньої кількості зелених зон у різних районах міста є важливою умовою соціальної справедливості. Всі мешканці, незалежно від рівня доходу, повинні мати можливість насолоджуватись перевагами природи. Згідно з Правилами утримання зелених насаджень у населених пунктах України рівень озеленення міських вулиць має бути не меншим 25% [1]. До прикладу м. Львові активно впроваджуються нові підходи в містобудуванні та плануванні зелених зон, що сприяють сталому розвитку міста та покращенню якості життя мешканців. Станом на 2025 рік у Львові налічується 41 парк та 135 скверів, що разом утворюють близько 1200 гектарів зеленої території. Це робить місто одним із найзеленіших в Україні. Ось деякі з найпопулярніших парків міста: Парк імені Івана Франка — найстаріший парк Львова, заснований у кінці XVI століття; Стрийський парк — один із найкрасивіших парків, спроектований у 1870-х роках, з понад 200 видами дерев і рослин; Парк «Знесіння» — найбільший парк міста, займає площу 312 гектарів; Шевченківський гай — етнографічний парк-музей просто неба з експозицією традиційної української архітектури; Парк культури і

відпочинку імені Богдана Хмельницького – місце для активного відпочинку з атракціонами та концертними майданчиками.

У 2024 році було створено новий великий парк з озером парк на вул. Липинського – Лінкольна площею 3,6 га також сформовано 10 земельних ділянок під сквери на вулицях: Волошина, Городоцькій поблизу цирку, Героїв УПА, Клепарівській, на розі Каштанової та Ярошинської, Тракт Глинянський, Пластовій, Солом'янка, проспекті Червоної Калини – вул. Сихівська – Зубрівська, а також у смт. Брюховичі на вул. Незалежності України.



Рис. 1 та 2. Парк з озером на вул. Липинського – Лінкольна [3]

У соціальному плані рекреаційна функція найбільше торкається інтересів мешканців міста, адже після праці (фізичної, розумової, творчої) чи навчання фізіологічно необхідним є відпочинок[2]. У стресовому ритмі сучасного світу більшість людей змушені довго перебувати у приміщеннях, доволі мало рухатись та багато часу проводити за гаджетами. Це викликає депресивні стани, особливо в умовах обмеження природного світла та простору. Вихід до парку або скверу, навіть на короткий час, дозволяє відчутти свободу руху, дихання на повні груди, що напряду впливає на емоційне відновлення пересічних жителів, особливо мешканців великих міст, де люди часто перебувають у стані хронічного стресу.

Дерева поглинають вуглекислий газ, очищують повітря, регулюють температуру та покращують мікроклімат міста, зелені зони в містах винятково потрібні, оскільки лише вони здатні зберегти для міського ландшафту екосистемні функції. Зокрема, зелені зони забезпечують місця мешкання тварин і зростання рослин. Крім того, міські зелені зони слугують середовищем існування для синантропних тварин – видів, які частково або повністю адаптувалися до життя поруч із людьми, а також для вирощування рослин.

В умовах війни зелені зони перетворюються на терапевтичні простори, де кожен може відновити сили, стабілізувати емоційний стан і відчутти зв'язок із

життям. Підтримка міського озеленення – це внесок не лише у довкілля, а й у психологічну стійкість нації. Розвиток і збереження зелених зон – це невід’ємна складова ментального здоров’я суспільства в умовах війни й після неї, вони повинні бути інтегровані у плани відбудови міст, як базовий ресурс для відновлення фізичного, психічного та соціального благополуччя громадян.

Література

1. Про затвердження Положення про загальну систему охорони зелених насаджень у населених пунктах України : наказ Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 10.04.2006 № 105 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0880-06#Text>

2. Кучерявий В.П., Генік Я.В., Кучерявий В.С., Шуплат Т.І., Гоцій Н.Д. Соціально-екологічні особливості рекреаційних просторів зеленої зони міста Львова // Інноваційні технології в архітектурі і дизайні : матеріали V міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 20–21 травня 2021 р.) / ХНУБА. – Харків, 2021. – С. [592-601].

3. У Шевченківському районі Львова буде новий парк з озером [Електронний ресурс] // Львівська міська рада. – 2023. – Режим доступу: <https://city-adm.lviv.ua/news/science-and-health/ecology/300176-u-shevchenkivskomu-raioni-lvova-bude-novyi-park-z-ozerom>

СТАН ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ ВОРСКЛА В МЕЖАХ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

*Кулик М. І., канд. техн. наук, доц., Паніна К. І., студ.
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
м. Харків, Україна*

Поверхневі водні об'єкти є природним ресурсом стратегічного значення. Вони забезпечують водою життєдіяльність людей, сільське господарство, промисловість та інше. Річка Ворскла є однією з восьми середніх річок Полтавської області та лівою притокою р. Дніпро першого порядку. Загальна довжина її в межах України 336 км, а в межах області 226 км, площа водозабору – 5970 км². Середньорічні витрати води біля гирла становлять 36,4 м³/с [1, 2].

У 2023 році в області об'єм забору природних вод з поверхневих природних водних об'єктів становив 34,993 млн. м³, а з підземних – 55,258 млн. м³. Найбільше свіжої води використано у житлово-комунальному і побутовому господарстві; у промисловості (добувній та переробній); сільському господарстві. 44 підприємства області скинуло у поверхневі водні об'єкти 70,753 млн. м³ стічних вод, з них 15,628 млн. м³ недостатньо очищених [1].

З р. Ворскла у 2023 р. водозабір склав 26,886 млн. м³, а об'єм водовідведення – 21,646 млн. м³, з них 12,900 млн. м³ забруднених. Найбільші об'єми скидання зворотних вод мало Комунальне підприємство Полтавської обласної ради «Полтававодоканал», а найбільший негативний вплив чинило Комунальне підприємство «Житлово-експлуатаційна організація» Терешківської сільської ради [1].

Для дослідження поверхневих вод річки Ворскла у межах Полтавської області у червні 2024 року відібрано проби води у шести точках. Характеристика точок відбору проб: проба 1 – село Нижні Млини; проба 2 – м. Полтава, база відпочинку на Клиновці; проба 3 – м. Полтава, Міський пляж №1; проба 4 – м. Полтава, Міський пляж №3; проба 5 – м. Полтава, пляж «Дублянщина»; проба 6 – м. Полтава, пляж «Гаваї». Проби відбирались згідно з ДСТУ ISO 5667-2: 2003 «Якість води. Відбір проб. Частина 2. Настанови щодо методів відбирання проб».

Аналітичні дослідження проб води проведено в Навчально-дослідній лабораторії аналітичних екологічних досліджень Навчально-наукового інституту екології Каразінського університету. У пробах води визначались такі показники: рН, аміак, запах, прозорість, нітрити, нітрати, хлориди, лужність, жорсткість, залізо, цинк, мідь, марганець, хром, кадмій. Результати лабораторних досліджень порівнювались з Гігієнічними нормативами якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення.

Проаналізувавши результати аналітичних досліджень проб води з річки Ворскла у всіх точках відбору проб не виявлено перевищень нормативних

значень за показниками запах, прозорість, рівень рН, аміак, нітрити, нітрати, цинк, мідь, марганець, хром, кадмій.

Аналізуючи результати досліджень за показником хлориди зафіксовано перевищення ГДК лише раз у пробі 2 (м. Полтава, база відпочинку на Клиновці) на 10 мг/дм³, а у пробі 1 (село Нижні Млини) значення близьке до гранично допустимого.

Аналізуючи результати досліджень за показником залізо зафіксовано перевищення ГДК двічі, а саме у пробі 1 (село Нижні Млини) у 2,5 рази та у пробі 2 (м. Полтава, база відпочинку на Клиновці) у 2,1 рази.

Аналізуючи результати досліджень за показником лужність зафіксовано перевищення ГДК двічі, у пробі 1 (село Нижні Млини) на 0,1 ммоль/дм³ та у пробі 2 (м. Полтава, база відпочинку на Клиновці) на 0,7 ммоль/дм³ (рис. 1).

Аналізуючи результати досліджень за показником жорсткість перевищення ГДК зафіксовано у всіх пробах води, найбільше перевищення в 1,17 рази у пробі 1 та у пробі 2, а найменше – у пробі 3 в 1,03 рази (рис. 1).

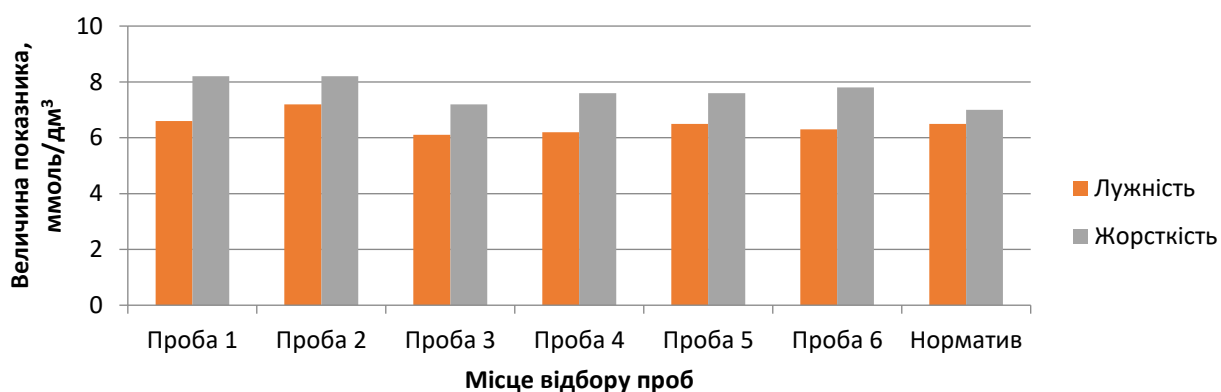


Рис. 1. Значення показників лужності та жорсткості в пробах води р. Ворскла

Отже, якість води у річки Ворскла в межах Полтавської області у 2024 році в цілому задовільна. За результатами дослідження шести проб води виявлено не значне перевищення нормативних значень у всіх пробах за показником жорсткість; у двох пробах (село Нижні Млини та м. Полтава, база відпочинку на Клиновці) не значне перевищення нормативних значень за показником лужність; у цих же пробах перевищення ГДК за вмістом заліза у 2,5 та у 2,1 рази відповідно; у пробі 2 (м. Полтава, база відпочинку на Клиновці) не значне перевищення ГДК за вмістом хлоридів. Решта гідрохімічних показників, що досліджувались, знаходяться нижче встановлених норм.

Література

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Полтавській області у 2023 році. URL: https://media.poda.gov.ua/docs/fzdlje14/poltavska_regionalnadopovid_2023_compressed.pdf
2. Тягній Л. М., Степова О. В. Аналіз джерел та видів забруднення р. Ворскли та її притоків (в межах Полтавської області). Матеріали XXII Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Людина. Суспільство». Київ : КІП, 2021. С. 77 – 79. URL: <https://ecoconference.kpi.ua/article/view/232943/233326>

ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ НІТРАТІВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ПРОДУКЦІЇ КОМУНИ ТРОНГЕЙМ (КОРОЛІВСТВО НОРВЕГІЯ)

Лісняк А. А., канд. с.-г. наук, Ганніч В. В., студ.

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

Сільськогосподарська продукція є важливою складовою раціону харчування людини, тому її якість та безпека залишаються пріоритетними напрямками досліджень у світовій науці. Однією з ключових проблем сучасного агровиробництва є накопичення нітратів у овочах, фруктах і м'ясі, що може становити загрозу для здоров'я споживачів [1-3]. У зв'язку з цим моніторинг вмісту нітратів у сільськогосподарській продукції, зокрема в регіонах з інтенсивним землеробством, як в комуні Тронгейм (Королівство Норвегія), набуває особливого значення. Цей регіон має розвинене аграрне виробництво, а також суворі екологічні стандарти, що робить його цікавим об'єктом для аналізу.

Метою нашої роботи є оцінка рівня нітратного забруднення сільськогосподарської продукції, визначення факторів, що впливають на їх накопичення, та порівняння отриманих даних із нормативами безпеки, встановленими ЄС та норвезьким законодавством.

Об'єктом наших досліджень була сільськогосподарська продукція (овочі, фрукти та м'ясо) в супермаркетах міста Тронгейм, яка завозиться з чотирьох різних агропідприємств з аграрного регіону комуни Тронгейм Королівства Норвегії. Нами було досліджено вміст нітратів в таких продуктах, як огірок, томат, картопля, морква, яблуко, груша і м'ясо куриці в чотирьох точках їх продажу:

- Супермаркет Kiwi;
- Супермаркет Rema 1000;
- Супермаркет Coop Prix;
- Супермаркет Bunnpris.

Предметом дослідження є санітарно-токсикологічний показник – вміст нітратів у сільськогосподарській продукції (овочі, фрукти та м'ясо).

Методи дослідження включали вивчення літературних джерел, інструментально-аналітичний метод, а також проведення порівняльного аналізу. Для безпосереднього визначення вмісту нітратів у продукції було використано нітрат-тестер Greentest 9 F3 – портативний пристрій для швидкого аналізу рівня нітратів в овочах, фруктах, м'ясі та рибі, з часом вимірювання 3 секунди, та вбудованою базою даних для понад 50 продуктів. Для вимірювання достатньо вставити зонд нітрат-тестера у продукт, і на екрані відобразиться рівень нітратів. Пристрій легкий і портативний, його можна брати з собою в супермаркети.

Нашими дослідженнями виявлено, що після замірювання нітрат-тестером, по деяким продуктам відмічається високий вміст нітратів (табл. 1). Це огірок з супермаркету Rema 1000 з рівнем нітратів 770 мг/кг, томат з супермаркету Kiwi

з рівнем нітратів 460 мг/кг, картопля з супермаркету Rema 1000 з рівнем нітратів 390 мг/кг, морква з супермаркету Coop Prix з рівнем нітратів 160 мг/кг.

Таблиця 1.

Результати дослідження якості сільськогосподарської продукції

Продукти	Вміст нітратів, мг/кг				Нормативне значення, мг/кг
	Супермаркет Kiwi	Супермаркет Rema 1000	Супермаркет Coop Prix	Супермаркет Bunnpris	
Огірок	370	770	220	90	400
Томат	460	280	150	320	300
Картопля	190	390	240	70	250
Морква	50	110	160	120	400
Яблуко	30	35	40	30	60
Груша	40	30	35	40	60
М'ясо куриці	60	50	70	50	200

Також наші замірювання виявили найнижчі рівні нітратів в цих же овочах, Це огірок з супермаркету Bunnpris з рівнем нітратів 90 мг/кг, томат з супермаркету Coop Prix з рівнем нітратів 150 мг/кг, картопля з супермаркету Rema 1000 з рівнем нітратів 390 мг/кг, морква з супермаркету Kiwi з рівнем нітратів 50 мг/кг.

Ми також проаналізували вміст нітратів по кожному продукту. З таблиці 1 видно, що найвищий вміст нітратів у огірках зазначено в супермаркеті Rema 1000, і він перевищує рівень ГДК майже в 2 рази. Набагато нижче вміст нітратів в огірках з інших супермаркетів, і він нижче ГДК.

Замірювання вмісту нітратів у томатах показало, що в супермаркетах Kiwi і Bunnpris спостерігається перевищення ГДК, в Rema 1000 і Coop Prix – в межах ГДК. Щодо вмісту нітратів у картоплі, то виявлено, що в супермаркеті Rema 1000 спостерігається перевищення ГДК, дуже високий вміст до рівня ГДК у супермаркеті Coop Prix, в Kiwi і Bunnpris – в межах ГДК. Вміст нітратів у моркві виявив, що в усіх супермаркетах рівень нітратів в межах ГДК, але найвищий рівень в супермаркеті Coop Prix.

Замірювання вмісту нітратів у яблуках показало, що в усіх супермаркетах рівень нітратів в межах ГДК, суттєвих перевищень між варіантами не відмічається. Замірювання вмісту нітратів у грушах також виявило, що в усіх супермаркетах рівень нітратів в межах ГДК.

Щодо вмісту нітратів у м'ясі куриці, то виявлено, що в усіх супермаркетах рівень нітратів в межах ГДК, суттєвих перевищень між варіантами також не відмічається.

Оскільки є проблема з підвищення нітратів у продуктах [4, 5], які споживає населення міста Тронгейм, то ми вирішили знайти шляхи зменшення вмісту нітратів в цих продуктах. На дослідження ми поставили сільськогосподарську продукцію з супермаркету Rema 1000. Дослідними продуктами були огірок, томат, картопля, морква і м'ясо куриці. На дослідженні були два варіанти: вимочування продуктів у воді протягом доби і термічна обробка (кип'ятіння

продуктів на протязі 30 хвилин). Обидва варіанти виявилися досить ефективними по зниженню нітратів. Так при вимочуванні огірка пройшло зменшення вмісту нітратів на 290 мг (тобто на 37%), а при термічній обробці зменшення нітратів відбулося на 510 мг (тобто на 66%). При вимочуванні томатів – зменшення на 21%, а при термічній обробці – на 50%. При вимочуванні картоплі – зменшення на 28%, а при термічній обробці – на 58%. При вимочуванні моркви – зменшення на 18%, а при термічній обробці – на 27%. При вимочуванні і термічній обробці м'яса куриці – зменшення нітратів на 40%.

Отже, наші дослідження підтвердили і показали, що вкрай важливо стежити за якістю сільськогосподарської продукції комуни Тронгейм на вміст нітратів. Найгіршою продукцією в досліджених варіантах визначено огірок, томати і картопля в супермаркетах Kiwi і Rema 1000, томати – в супермаркеті Bunnpris та картопля – в супермаркеті Coop Prix. Кращою продукцією в досліджених варіантах є морква, яблука, груша та м'ясо куриці в усіх супермаркетах. Результати нашого дослідження можуть бути корисними для як для виробників і споживачів, так і для органів контролю якості харчової продукції.

Література

1. Панасенко Т.В., Красноруцька К.І. Вміст нітрат-іонів в продуктах харчування рослинного походження. Актуальні питання біології, екології та хімії. Розділ хімія. 2016. Том 12, № 2. С. 103–112.
2. Панченко Т.І., Мандебура С.В. Оцінка вмісту нітратів в продуктах рослинного походження. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/16729/2716.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
3. Смоляр В.І., Циганенко О.І., Петрашенко Г.І. Нітрати, нітроти та нітрозаміни у харчових продуктах і раціонах. URL: http://medved.kiev.ua/arh_nutr/art_2007/n07_3_5.htm
4. Харитонов М.М., Лазарева О.М., Лемішко С.М. Екологічна оцінка варіабельності вмісту нітратів у овочевих та плодово-ягідних культурах у Дніпропетровській області. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2015. № 3. С. 29–31.
5. Циганенко О.І. Нітрати в харчових продуктах. К.: Здоров'я, 2005. С. 141-148.

ЕКОЛОГІЧНА РОЛЬ ТА ВУГЛЕЦЕВИЙ ПОТЕНЦІАЛ САМОСІЙНИХ ЛІСІВ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЗЕМЛЯХ

*Лучак І.П., аспірант, Семак У.Й., доктор філософії (PhD), викладач
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
м. Івано-Франківськ, Україна*

Лісові екосистеми, сформовані внаслідок природних сукцесійних процесів на відчужених територіях, зокрема на сільськогосподарських землях, становлять значний науковий інтерес. За даними дистанційного зондування, орієнтовна площа самосійних лісів в Україні становить 2,4 млн га, які утворилися на приблизно 459 тис. самозаліснених ділянок [4], причому понад 1,7 млн га цих лісових насаджень знаходиться поза межами офіційного лісового фонду, що ускладнює їх облік та моніторинг.

Значущою особливістю самосійних лісів є те, що їх формування відбувається без антропогенного втручання, що обумовлює їх стійкість до локальних кліматичних умов та високий адаптивний потенціал щодо антропогенних впливів і глобальних змін [3]. Такі екосистеми демонструють значну екологічну пластичність у порівнянні зі штучно створеними насадженнями.

Формування самосійних лісів на землях сільськогосподарського призначення не тільки сприяє збереженню та відтворенню місцевого біорізноманіття, але також має комплексний вплив на усі екосистемні складові [1]. Такі лісові екосистеми відіграють важливу функцію протидії деградаційним процесам ґрунтового середовища, ефективно запобігаючи ерозійним процесам [6]. Крім того, вони оптимізують гідрологічний режим територій шляхом підвищення водоутримуючої здатності ґрунтів, що зумовлює значне зниження ризиків паводкових явищ [5]. Таким чином, збереження та відтворення самосійних лісових угруповань можна розглядати як ефективний механізм відновлення та оптимізації ландшафтів, що зазнали істотних структурно-функціональних трансформацій унаслідок сільськогосподарської чи промислової експлуатації.

Особливої уваги заслуговує роль самосійних лісів як вуглецевих резервуарів. Хоча питання щодо ролі самосійних лісів у поглинанні вуглецю залишається недостатньо вивченим, наявні дані про потенціал лісових екосистем, свідчать про їх суттєвий внесок у процеси зменшення концентрації парникових газів та підтверджують їх важливу роль у пом'якшенні наслідків кліматичних змін [1; 2]. Такі екосистеми здатні поглинати значні обсяги вуглецю завдяки природним процесам росту та самовідновлення деревостанів із деревними видами що адаптовані до місцевих умов і здатні ефективно зберігати вуглець у своїй біомасі. Наукові дослідження [7; 8] підтверджують, що самосійні ліси характеризуються підвищеною здатністю до депонування вуглецю у

порівнянні з штучними лісовими насадженнями, що пояснюється їх підвищеною продуктивністю.

Вважаємо, що збереження самосійних лісових екосистем, створення сприятливих умов для природних процесів лісовідновлення та раціональне використання їхнього екологічного потенціалу мають стати пріоритетними напрямками національної лісової політики, а інтеграція самосійних лісів у стратегічні програми управління вуглецевими потоками – важливим елементом системи заходів, спрямованих на мітигацію кліматичних змін та підвищення адаптаційного потенціалу лісових екосистем.

Література

1. Bastin, J.-F., Finegold, Y., Garcia, C., et al. (2019). The global tree restoration potential. *Science*, 365, 76–79. <https://doi.org/10.1126/science.aax0848>
2. Kübler, D., & Günter, S. (2024). Forest restoration for climate change mitigation and adaptation. In P. Katila et al. (Eds.), *Restoring Forests and Trees for Sustainable Development: Policies, Practices, Impacts, and Ways Forward* (Oxford Academic). <https://doi.org/10.1093/9780197683958.003.0006>
3. Navarro-Cerrillo, R. M., Cachinero-Vivar, A. M., Pérez-Priego, Ó., Aspizua Cantón, R., Begueria, S., & Camarero, J. J. (2023). Developing alternatives to adaptive silviculture: Thinning and tree growth resistance to drought in a *Pinus* species on an elevated gradient in Southern Spain. *Forest Ecology and Management*, 537, 120936. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.120936>
4. Городнична, А. В. (2022). Аналітична оцінка самосійних лісів в Україні. *Збалансоване природокористування*, (4). <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2022.275035>
5. Коржов, В. (2015). Особливості гідрологічної ролі гірських лісових територій у разі виникнення паводків. *Науковий вісник НЛТУ України*, 25(3), 9–16.
6. Олійник, В. С., Ткачук, О. М., & Белова, Н. В. (2013). Захисна роль лісистості Передкарпаття. *Науковий вісник НЛТУ України*, 23(3), 26–31. http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnlту_2013_23
7. Лакида, О. В., & Блищик, О. В. (2024). Продуктивність та екологічні функції самосійних соснових лісів Українського Полісся. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 129–138. <https://doi.org/10.15421/412420>
8. Тарнопільський, П. Б., & Тарнопільська, О. М. (2024). Самосійні ліси сосни звичайної на сільськогосподарських землях Малого Полісся. *Forestry Education and Science: Current Challenges and Development Prospects. International Science-Practical Conference, October 23–25, 2024, Lviv, Ukraine*. <https://doi.org/10.36930/conf150.1.26>

МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ ПІД ЧАС БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАЛИХ ГЕС

Майкович В.Є., аспірант

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

Екологічний та соціальний моніторинг повинен здійснюватись з метою забезпечення неухильного дотримання вимог законодавства під час будівництва і експлуатації малих гідроелектростанцій (МГЕС) та втілення всіх заходів щодо мінімізації його впливу та наслідків на навколишнє природне та соціальне середовище. Загальною метою моніторингу екологічних та соціальних аспектів проектів МГЕС є забезпечення та гарантування того, що всі заходи пом'якшення та мінімізації впливів та наслідків успішно втілюються та вони є ефективними та достатніми.

Загальна стратегія моніторингу та оцінки впливу МГЕС розроблена на відомих принципах і включає:

- систему спостережень, збору, обробки, зберігання, передачі та аналізу інформації про взаємодію гідроенергетичного об'єкта і водного об'єкту та про стан навколишнього середовища;
- оцінку сучасного стану навколишнього середовища району розміщення об'єкта;
- уточнення прогнозів зміни стану навколишнього середовища при будівництві та експлуатації об'єкта;
- виявлення відхилень параметрів об'єкта і навколишнього середовища від нормативних вимог, проектних параметрів і критеріїв безпеки;
- оцінку небезпеки розвитку непередбачених процесів;
- підготовку управлінських рішень щодо запобігання негативним наслідкам, недопущення та ліквідації надзвичайних ситуацій.

Під час провадження планованої діяльності з будівництва МГЕС пропонуємо запровадити наступну систему комплексного екологічного моніторингу за станом природно-техногенної безпеки навколишнього середовища з обов'язковим інформуванням громадськості (місцевої та регіональної):

- 1) постійний гідрологічний моніторинг річок, на яких плануватимуться МГЕС – з обов'язком заміром швидкості течії та рівня води у рибоході;
 - одноразово після завершення будівництва – комплексний гідрологічний, гідрохімічний, гідробіологічний моніторинг; моніторинг електромагнітного випромінювання та шумових полів;
 - перший рік після введення в експлуатацію – комплексний гідрологічний, гідрохімічний, гідробіологічний моніторинг – посезонно (весняне водопілля, літній паводок, осіння межень і зимова межень); інженерно-геологічний моніторинг; мікрокліматичний моніторинг;

2) протягом наступних чотирьох років – комплексний гідрологічний, гідрохімічний, гідробіологічний моніторинг – щорічно в період осінньо-зимової межени;

3) за умови стабілізації екологічної ситуації – раз в п'ять років до завершення життєвого циклу МГЕС – комплексний гідрологічний, гідрохімічний, гідробіологічний моніторинг;

– після завершення життєвого циклу МГЕС і демонтажу споруд одноразово для оцінки залишкових впливів: комплексний гідрологічний, гідрохімічний, гідробіологічний моніторинг; моніторинг електромагнітного випромінювання та шумових полів; інженерно-геологічний моніторинг; моніторинг ґрунтового покриття.

4) рекомендовано передбачити моніторинг стану атмосферного повітря на території будівельного майданчика, а також щоквартальне проведення контролю неорганізованих джерел викидів;

5) рекомендовано до початку будівництва і по завершенню будівництва здійснити радіаційний контроль;

6) рекомендовано виміряти рівень шумового впливу на різних відстанях від джерел шуму, за необхідності за результатами вимірювань запроєктувати необхідні природоохоронні заходи для зменшення шумового забруднення до допустимого рівня впливу на житлові об'єкти та біорізноманіття.

Гідроекологічний моніторинг під час будівництва та експлуатації МГЕС рекомендується проводити за наступною схемою:

1) Визначення гідрологічних умов функціонування водних екосистем. Детальний аналіз екологічних аспектів гідрологічного режиму: зовнішнього водообміну, особливостей внутрішньої водоймової динаміки, гідрофізичних властивостей водних мас та донних відкладів (наносів).

2) Гідрохімічна характеристика води та донних відкладів: кисневий режим, мінералізація води, біогенні елементи, органічні речовини, сполуки неорганічного азоту і фосфору та АСПАР, нафтопродукти.

3) Гідробіологічна характеристика водних об'єктів вище та нижче за течією за основними біологічними дескрипторами: фітопланктону, фітомікробентосу; вищої водної рослинності; макробезхребетних тварин та риб.

4) Оцінка стану популяцій гідробіонтів, що охороняються або перебувають під загрозою зникнення.

5) Моніторинг водних екосистем з оцінкою їх екологічного статусу під час будівництва та експлуатації МГЕС за фізичними, хімічними та біологічними показниками для корегування плану дій з мінімізації негативного впливу на екосистему.

6) Моніторингові дослідження повинні охоплювати як безпосередньо зону будівництва, так і ділянки річки вище і нижче за течією і її притоки, що потенційно можуть бути під дією зарегулювання внаслідок переривання шляхів міграції гідробіонтів.

На етапі будівництва гідроспоруд необхідні наступні дослідження та моніторингу стану рослинного світу – вивчення популяцій видів рослин, що знаходяться під державною охороною, локалітети яких безпосередньо

знаходяться в зоні будівництва, затоплення або підтоплення; вивчення можливих процесів занесення, натуралізації і поширення нових адвентивних видів рослин; моніторинг за синантропними флорокомплексами і карантинними експансивними бур'янами в зоні будівництва.

На етапі експлуатації МГЕС необхідні наступні дослідження стану рослинного світу – вивчення впливу процесів підтоплення, зміни гідроедафічних фітоградієнтів на різні флорокомплекси; моніторинг за раритетними видами; моніторинг антропофітону зони впливу гідровузла, в першу чергу експансивних адвентивних і апофітних видів; науково обґрунтувати створення берегозахисних і рекреаційних лісосмуг, штучних луків і багаторічних культур фітоценозів; вивчення локальних негативних проявів, які погіршують умови існування популяцій раритетних видів.

Програма популяційного моніторингу – інвентаризацію раритетних та інвазійних видів та виділення модельних видів для популяційного моніторингу; комплексне дослідження таксономії, хорології, біоморфології, екології модельних видів, встановлення їх ценотичної та флоро комплексної приуроченості; інвентаризацію місцезнаходжень модельних видів в зоні впливу МГЕС та поза межами її впливу для проведення порівняльних популяційних досліджень; встановлення типів просторової структури популяцій, складання карт поширення та оцінки ступеню трапляння у регіоні досліджень; вивчення основних параметрів демографічної структури популяцій (показників чисельності, щільності, вікової, віталітетної, просторової структур), визначення стратегії їхньої поведінки.

Спостереження за змінами, які відбуваються в тваринному світі, потрібні і для оцінки ефективності заходів, які пропонуються для попередження та пом'якшення негативних наслідків для довкілля з збереження біорізноманіття.

Програма моніторингу впливу МГЕС на тваринний світ наземних та біляводних екосистем включає наступні блоки:

- щорічний контроль видового складу основних систематичних груп тваринного світу – безхребетних (не тільки комах), земноводних, плазунів, птахів та ссавців в процесі будівництва та на протязі, принаймні, 5-ти років з початку роботи каскаду. Обліки бажано проводити двічі на рік в весняно-літній та осінньо- зимовий період;

- контроль стану популяцій економічно- та санітарно-епідеміологічно важливих груп тваринного світу (мисливських видів, шкідників сільського і лісового господарства, біопшкоджувачів споруд, гнусу – зокрема комарів анофельної групи як переносників малярії, кліщів тощо);

- проведення спостережень над особливостями поведінки представників вищих хребетних тварин (в першу чергу, рідкісних видів птахів та ссавців) на різних етапах будівництва та їх реакцією на новостворювані елементи навколишнього середовища;

дослідження факторів впливу технологічних елементів чи процесів комплексу МГЕС на певні групи тваринного світу, зокрема гідрологічного режиму на гніздових і мігруючих гідрофільних птахів, земноводних і плазунів, напівводних ссавців тощо.

НЕГАТИВНИЙ ЕФЕКТ ВІД СТИХІЙНИХ СМІТТЄЗВАЛИЩ ТА ШЛЯХИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ

*Максименко Н.В., д. геогр. наук, проф., Столов В.О. аспірант
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
м. Харків, Україна*

У межах аналізу проблеми утворення несанкціонованих сміттєзвалищ проведено вивчення впливу сміттєзвалища поблизу села Липкуватівка у Нововодолазькій сільській громаді на прилеглі агроландшафти [1]. В результаті дослідження можна виокремити низку негативних ефектів:

- Вплив на здоров'я населення. Несанкціоновані звалища можуть бути джерелом забруднення повітря, води та ґрунту, що негативно позначається на здоров'ї місцевого населення. Поширення інфекцій і різних захворювань може бути пов'язане з несанкціонованими звалищами.

- Погіршення якості життя. Наявність сміттєзвалищ поблизу населених пунктів знижує якість життя місцевих мешканців через неприємний запах, спотворення візуального середовища та загальний дискомфорт сусідства зі смітником.

- Втрати для сільського господарства. Забруднення ґрунту та води, спричинене несанкціонованими сміттєзвалищами, може знижувати врожайність сільськогосподарських угідь, що призводить до економічних втрат для сільськогосподарських підприємств і фермерів.

- Витрати на реабілітацію. Усунення наслідків несанкціонованих звалищ потребує значних фінансових ресурсів. Громади змушені спрямовувати кошти на очищення та рекультивуацію забруднених територій.

- Туристичні втрати. Сільські території наразі можуть бути привабливим туристичним напрямком, де активно розвивається екологічний (зелений) туризм, але несанкціоновані сміттєзвалища створюють негативне враження на туристів і можуть знижувати потік туристичних доходів у регіон.

- Втрата цінних ресурсів. Неконтрольоване складування відходів може призвести до втрати цінних вторинних ресурсів, які могли б бути перероблені та повторно використані.

Оптимізація шкідливого впливу на агроландшафти вимагає комплексного підходу, що включає урядові заходи, освіту, співробітництво з суспільством і активну участь усіх зацікавлених сторін. Ось кілька заходів, які можна вжити для зниження шкідливого впливу на агроландшафти.

1. Розвиток інфраструктури для управління відходами. Побудова та вдосконалення системи збору, переробки та утилізації відходів. Це включає будівництво технічно обладнаних організованих сміттєзвалищ, пунктів приймання відходів, встановлення контейнерів для роздільного збору сміття в населених пунктах і сільських територіях.

2. Підвищення обізнаності та освіта. Проведення інформаційних кампаній та освітніх програм щодо важливості правильного управління відходами, наслідків функціонування несанкціонованих сміттєзвалищ і методів зниження негативного впливу на навколишнє середовище.

3. Громадська участь. Заохочення громадян брати активну участь в екологічних ініціативах, організації заходів з очищення територій від сміття та підтримка громадських організацій, що займаються екологічною діяльністю.

4. Суворий контроль і санкції. Посилення покарань за незаконне складування відходів і порушення правил поводження зі сміттям, а також ефективний контроль за виконанням законодавства в галузі управління відходами.

5. Впровадження інноваційних технологій. Впровадження сучасних технологій перероблення відходів, включно з методами рециклінгу та застосуванням поновлюваних джерел енергії для утилізації сміття.

6. Співпраця з бізнесом. Залучення приватних компаній до участі в проектах з управління відходами та реалізації екологічно чистих технологій.

7. Моніторинг та оцінка. Регулярний моніторинг стану агроландшафтів і застосовуваних методів управління відходами для оцінки ефективності вжитих заходів і коригування за необхідності стратегії поводження з відходами.

8. Розуміння громадської думки, анкетування. Результати анкети дадуть змогу дізнатися, яке ставлення має населення до проблеми несанкціонованих звалищ і сортування сміття. Це допоможе краще зрозуміти вподобання та думки населення щодо управління відходами та формування ефективної інформаційної політики [2].

9. Соціальне партнерство. Співпраця між урядом, бізнесом, громадськими організаціями та місцевими громадами для спільного розроблення та реалізації заходів з оптимізації впливу на агроландшафти. Статтею 26 Закону України «Про управління відходами» [3] обов'язки відносно забезпечення ліквідації несанкціонованих звалищ відходів покладено на органи місцевого самоврядування. То ж з ними можна і необхідно співпрацювати.

Впровадження перерахованих заходів можуть сприяти зниженню негативного впливу несанкціонованих сміттєзвалищ поблизу сільських населених пунктів і поліпшенню екологічного стану агроландшафтів, що потрапляють в зону їх впливу.

Література

1. Столов В.О. Екологічні та соціальні аспекти утворення несанкціонованих сміттєзвалищ. / *Охорона довкілля*: зб. наук. статей XX Всеукраїнських наукових Таліївських читань. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2024. 193-194 с.

2. Kravchenko Ye. I., Stolor V. O., Maksymenko N. V. Determination of public opinion on the organisation of waste collection and sorting systems in rural areas. / *Ecology is a priority : All-Ukrainian English-speaking student conference, march 14, 2025, Kharkiv* [Electronic resource] / Ed.: N. V. Maksymenko, N. I. Cherkashyna. – Kharkiv: V. N. Karazin National University, 2025. – С. 56-57. URI <https://ekhnuir.karazin.ua/handle/123456789/2097856-57>.

3. Закон України Про управління відходами. Відомості Верховної Ради (ВВР), 2023, № 17. URI <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#n802>

РОЗРОБКА СТРАТЕГІЙ ЗНИЖЕННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ

*Михайлюк Ю.Д., д., к. т. наук, Мурава О.І., студ.
Івано-Франківський національний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна*

Антропогенне навантаження — це ступінь прямого або опосередкованого впливу людини та її господарської діяльності, включаючи туризм, на навколишнє середовище або на окремі його екологічні компоненти та елементи [1]. Антропогенне навантаження є однією з ключових екологічних проблем сучасності, вирішення якої потребує спільних зусиль та запровадження відповідальних екологічних заходів.

Сутність антропогенного навантаження полягає у впливі різноманітних видів людської діяльності на довкілля, зокрема таких, як будівництво, промисловість, сільське господарство, видобування ресурсів, енергетика та транспорт. Ці процеси спричиняють значні зміни в природному середовищі: забруднення повітря, води й ґрунтів, знищення лісів, вирубка рослинності, зміну рельєфу та водного режиму. Крім того, наслідком такого впливу є зменшення біорізноманіття внаслідок втрати природних ареалів, руйнування місць існування видів і загального забруднення довкілля [2].

Антропогенне навантаження постійно зростає внаслідок інтенсивної урбанізації, розширення промислового виробництва, збільшення кількості транспортних засобів та масового споживання природних ресурсів. Такі процеси спричиняють виснаження екосистем, забруднення навколишнього середовища та глобальні кліматичні зміни. Особливо загрозливим є знищення лісів, оскільки це послаблює природну здатність екосистем очищати повітря та регулювати температурний баланс.

Яскравим прикладом антропогенного навантаження є вирубка лісів у Карпатах, яка призводить до повеней, ерозії ґрунтів і втрати біорізноманіття. У багатьох країнах світу річки та озера страждають від забруднення промисловими та побутовими відходами, що значно погіршує якість питної води. Наслідки такого впливу можуть мати катастрофічний характер — зникнення видів, погіршення здоров'я населення, деградація ґрунтів та посилення кліматичних змін.

Для зменшення антропогенного навантаження необхідно впроваджувати сучасні технології, використовувати відновлювані джерела енергії, зменшувати обсяги відходів і підвищувати рівень екологічної свідомості серед населення. Також важливо розробляти й підтримувати законодавчі ініціативи, спрямовані на захист довкілля та заохочення використання екологічно безпечних рішень.

Реальні кроки до зменшення впливу людини на довкілля

Кожен з нас може зробити значний внесок у збереження природи, впроваджуючи прості екологічні звички у своє повсякденне життя. Ось кілька ефективних стратегій:

1. Рациональне використання води. Вода – цінний ресурс, і її використання варто контролювати. Прийняття душу замість ванни, вимикання води під час чищення зубів – це прості, але дієві кроки. Наприклад, якщо вимикати воду під час чищення зубів двічі на день, можна зекономити до 900 літрів води на місяць![3].

2. Використання енергоефективних приладів. Обираючи енергоощадні побутові пристрої, такі як LED-лампи, економічні холодильники та пральні машини, ви не лише зменшуєте енергоспоживання, а й скорочуєте викиди CO₂, що допомагає боротися зі змінами клімату.

3. Вирощування власних продуктів. Домашнє садівництво зменшує потребу в покупці овочів і фруктів, виробництво яких супроводжується великим споживанням енергії на транспортування та пакування. Крім того, це гарантує свіжість і якість продуктів.

4. Переробка та сортування відходів. Коли пластик, папір та скло правильно сортуються і відправляються на переробку, вони отримують нове життя, а кількість сміття на звалищах та у природних середовищах зменшується.

5. Скорочення надмірного споживання. Замість зайвих покупок варто шукати способи повторного використання речей. У багатьох країнах популярною стала практика обміну та передачі непотрібних речей, що знижує рівень відходів.

6. Підтримка місцевих виробників. Купуючи продукцію локальних фермерів і підприємців, ви не лише зміцнюєте економіку своєї громади, а й скорочуєте викиди парникових газів, адже товари не потрібно перевозити на великі відстані.

Література

1. Колотуха О.В. Антропогенне навантаження // Колотуха О.В. Спортивний туризм та активна рекреація: географія, систематизація, практика (словник-довідник). Електронний ресурс. Режим доступу: <https://geohub.org.ua/node/567> (дата звернення: 07.04.2024).

2. Вишнякова І. В. Антропогенне навантаження на екосистеми і елементи довкілля: кваліфікаційна робота магістра / І. В. Вишнякова; наук. керівник Х. С. Мітюшкіна. — Маріуполь: Маріупольський державний університет, 2024. — 85 с. — Режим доступу: https://repository.mu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/5199/1/vish_kval_rob_2024.pdf

3. Голос Америки. Сім порад, які допоможуть зберегти довкілля та ще й зекономити [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.holosameryky.com/a/sim-porad-yaki-dopomozhut-zberegty-dovkillia-ta-sche-zekonomyty/4618831.html> (дата звернення: 19.10.2018).

СТАН ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ПРИРОДНИХ ДЖЕРЕЛ ШЕВЧЕНКІВСЬКОГО РАЙОНУ М. ХАРКІВ

*Мормуль О. В., студент, Кот А.Г., ст. викладач
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
м. Харків, Україна*

У межах міста Харкова нараховується понад 50 природних джерел, які мають значення як для водопостачання, так і для рекреації населення. Серед них найвідомішими є джерела в Саржиному Яру, Лісопарку, на Журавлівці, Павловому Полі, Олексіївці, а також у Центральному парку культури і відпочинку. Проте якість води у цих джерелах не завжди відповідає нормативним показникам, що пов'язано з урбанізацією, техногенним навантаженням та відсутністю охорони джерел від забруднення [1; 2].

Особливу увагу привертає стан природних джерел у Шевченківському районі, одному з найзаселеніших районів Харкова, що охоплює центральну частину міста та райони Павлового Поля, Саржиного Яру, частину Лісопарку. Ця територія характеризується щільною забудовою, інтенсивним транспортним навантаженням і наявністю рекреаційних зон. У межах району розташовані популярні джерела в Саржиному Яру, Лісопарку, на Павловому Полі, які активно використовуються мешканцями як джерело питної води.

За результатами гідроекологічних досліджень, у воді деяких джерел цього району виявлено перевищення нормативних значень за мікробіологічними показниками, зокрема за вмістом загальних коліформ і загальних бактерій [2; 3]. Це свідчить про потенційні ризики для здоров'я населення, особливо в умовах самостійного споживання води без попереднього знезараження.

Незважаючи на популярність цих джерел, їхній стан не контролюється систематично, що зумовлює потребу в регулярному моніторингу, включаючи фізико-хімічні та мікробіологічні показники, а також у розробленні заходів для охорони джерел як елементів міського водного середовища [1].

Література

1. Григор'єва Н.О. Гідроекологічна характеристика природних джерел м. Харкова // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія: Екологія. – 2016. – Вип. 15. – С. 68–72.
2. Пушкарьов, Д.М. Аналіз якості води джерел міста Харкова / Д.М. Пушкарьов // Матеріали студентської конференції ХНАМГ. – Харків, 2021. – С. 41–43.
3. Молчанов, В.В., Романенко, С.О., Коваленко, А.І. Санітарно-гігієнічна оцінка стану води природних джерел м. Харкова / В.В. Молчанов, С.О. Романенко, А.І. Коваленко // Наукові записки Харківського національного медичного університету. – 2022. – Т. 29, № 2. – С. 85–89.

СТАН ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД Р. ВОРСКЛИ В ОХТИРСЬКОМУ РАЙОНІ, СУМСЬКОЇ ОБЛ.

*Нестеренко Д.Є., студент, Карпов В.Г., доцент
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
м. Харків, Україна*

Річка Ворскла є однією з важливих лівих приток Дніпра, що протікає через Сумську та Полтавську області. Її води використовуються для водопостачання, сільського господарства та рибництва. Однак антропогенний вплив, зокрема сільськогосподарська діяльність, забруднення стічними водами та зміни клімату, призводять до погіршення якості води. Зокрема, спостерігається зниження прозорості води та підвищення каламутності, що може свідчити про наявність органічних та мінеральних забруднювачів [1].

Згідно з даними екологічної оцінки якості води, поверхневі води області відносяться до II класу (добрі) за станом та до III класу (помірно забруднені) за ступенем чистоти. Це свідчить про необхідність впровадження природоохоронних заходів для покращення стану водних ресурсів [2].

У рамках дослідження гідрохімічного стану річки Ворскла в межах Охтирського району було відібрано проби води в трьох точках: біля старого мосту в місті Охтирка; у селі Пристань; у селі Скельки.

Ці точки були обрані для оцінки впливу різних факторів на якість води в річці. Проби води були проаналізовані за основними гідрохімічними показниками, такими як прозорість, каламутність, вміст аміаку, нітритів, нітратів, хлоридів, заліза, міді, цинку, кадмію та хрому. (табл. 1).

Таблиця 1

Результати досліджень поверхневих вод у річці Ворскла

Назва речовини	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Нормативне значення [3, 4]	Одиниці вимірювання
pH	7,076	6,753	7,061	6,5-8,5	-
Аміак	0,2	0,2	0,2	<2,0	мг/дм ³
Запах	0	0	0	2	-
Прозорість	25	25	25	>30	См
Каламутність	1,5	2,0	1,5	<1,0	ЕМФ
Нітрити	0,001	0,002	0,001	<3,3	мг/дм ³
Нітрати	0	0	0	<50	мг/дм ³
Хлориди	200	192	192	<250	мг/дм ³
Лужність	1,8	1,6	1,4	0,5-6,5	ммоль/дм ³
Жорсткість	1,0	0,8	0,8	<7,0	ммоль/дм ³
Залізо	0	0,027	0,008	<0,2	мг/дм ³
Цинк	0,001	0,004	0	<1,0	мг/дм ³
Мідь	0	0,0001	0,004	<1,0	мг/дм ³
Марганець	0,003	0,001	0,001	<0,05	мг/дм ³
Кадмій	0	0	0	<0,01	мг/дм ³
Хром	0,001	0,001	0,001	<0,05	мг/дм ³

Результати гідрохімічного дослідження води річки Ворскла в межах Охтирського району свідчать про відносно задовільний екологічний стан водного об'єкта. Більшість досліджених показників відповідають встановленим нормативним значенням [3, 4].

Значення рН, вміст аміаку, заліза, міді, цинку, хрому, марганцю, нітратів, нітритів, а також хлоридів перебувають у межах санітарно-гігієнічних норм, що вказує на відсутність істотного техногенного впливу на якість води та сприятливі умови для життя водних організмів.

Однак окремі показники викликають занепокоєння. Так, прозорість води в усіх трьох пробах становила 25 см, що нижче за нормативне значення ≥ 30 см, а каламутність — 1,5–2 ЕМФ при нормативному показнику ≤ 1 ЕМФ. Це вказує на підвищений вміст завислих частинок, що знижує якість води. Причинами цього можуть бути ерозійні процеси ґрунтів, активна сільськогосподарська діяльність у прибережних районах, змив мінеральних добрив та ґрунту під час інтенсивних опадів. Подібні прояви типові для малих річок Лісостепу, які зазнають впливу дифузного забруднення внаслідок розораності водозбору та відсутності лісозахисних смуг [5; 6].

Для покращення гідрохімічного та екологічного стану річки Ворскла доцільно впровадити комплекс природоохоронних заходів. Зокрема, створення водоохоронних зон і відновлення прибережних захисних смуг сприятиме зменшенню надходження завислих речовин та агрохімікатів у річку. Необхідно контролювати використання мінеральних добрив і впроваджувати природоорієнтоване землеробство для зниження дифузного стоку. Важливим є покращення управління стічними водами, зокрема застосування механічних і біологічних методів очищення. Регулярний моніторинг якості води у визначених точках, особливо під час паводків, дозволить оперативно реагувати на зміни. Важливо також підвищувати екологічну свідомість населення через інформування та залучення до природоохоронних ініціатив.

Література

1. Басейнове управління водних ресурсів середнього Дніпра. Характеристика водних об'єктів: річка Ворскла. URL: <https://buvr.sd.gov.ua/richka-vorskla/>
2. Міндовкілля. Стан поверхневих вод Сумської області, 2021. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/12/Sum2021-zi-zminamy.pdf>
3. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Державні санітарні норми та правила. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. — Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 2010.
4. Гігієнічні нормативи якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення: Державний санітарно-епідеміологічний висновок. — Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 2000.
5. Барановський О.А., Журавльова Н.А. Гідрохімічні характеристики малих річок України // Гідробіологічний журнал. — 2018. — № 54(1). — С. 56–67.
6. Ігнатенко О.О. Вплив сільськогосподарської діяльності на якість вод малих річок Лісостепу України // Агроєкологічний вісник. — 2020. — № 1. — С. 12–17.

ЕКОСИСТЕМНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ЗЕЛЕНОЇ МЕРЕЖІ МІСТ

Радомська М.М., к. техн. наук, доц., Шевкун А.Ю., студ.

ДУ «Київський авіаційний інститут», м. Київ, Україна

У сучасних умовах урбанізація суттєво змінює просторову структуру міст, що, у свою чергу, впливає на стан довкілля, здоров'я населення та загальну якість життя. В умовах щільної забудови та зростання кількості мешканців особливого значення набувають міські рекреаційні ресурси.

Рекреаційні зони в місті можна умовно поділити на дві категорії: активну та пасивну рекреацію. Активна рекреація передбачає динамічне дозвілля – заняття спортом, ігри, участь у масових заходах. Такі зони потребують значного облаштування: спортивні майданчики, сцени, павільйони, освітлення, вело- та бігові доріжки. Для цього часто доводиться втручатися в природне середовище – ущільнювати ґрунт, вирубувати дерева, змінювати ландшафт.

Натомість пасивна рекреація орієнтована на спокійний відпочинок: прогулянки, споглядання природи, читання, медитацію. Такі простори вимагають мінімального втручання, зберігають природні ландшафти, підтримують біорізноманіття та створюють сприятливе середовище для психологічного відновлення людини.

У Києві сьогодні спостерігається тенденція до інтенсивного розвитку зон активної рекреації. У багатьох міських парках, зокрема в парку «Наталка», парку «Перемога», парку Партизанської слави, активно створюються спортивні зони, дитячі містечка, фонтани, фудкорти. Такі місця приваблюють багато відвідувачів, однак поступово втрачають свою природність, перетворюючись на урбанізовані зони з великою кількістю інфраструктури.

Водночас існують приклади територій пасивної рекреації, де вдалося зберегти природне середовище. Серед них – Голосіївський ліс, парк імені Рильського, Пуща-Водиця. У цих місцях зберігається значний екологічний потенціал: тут зберігається флора та фауна, покращується якість повітря, формується природний мікроклімат, що сприятливо впливає на психоемоційний стан людини.

Пасивна рекреація має низку переваг. Вона сприяє збереженню природного середовища, не вимагає великих витрат на обслуговування, підтримує біорізноманіття, забезпечує більший спектр екосистемних послуг [1].

З огляду на виклики, пов'язані з глобальним потеплінням та зростаючим забрудненням міського середовища, сучасне міське планування має переорієнтовуватись на розвиток саме пасивних рекреаційних зон, створених з урахуванням екосистемних принципів: збереження природних біотопів, використання місцевої флори та мінімальної кількості твердих покриттів та штучного освітлення.

Література

1. Veerkamp, C. J., Schipper, A. M., Hedlund, K., Lazarova, T., Nordin, A., & Hanson, H. I. (2021). A review of studies assessing ecosystem services provided by urban green and blue infrastructure. *Ecosystem Services*, 52, 101367.

ОБСТЕЖЕННЯ ЗЕЛЕНО-БЛАКИТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ САЛТІВСЬКОГО РАЙОНУ

*Радченко Д. Р. студент, Гречко А.А., аспірант
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
м. Харків, Україна*

Зелено-блакитна інфраструктура – це стратегічно спланована мережа природних і напівприродних територій з іншими екологічними характеристиками, розроблена та керована з метою забезпечення широкого спектра екосистемних послуг (очищення води, поліпшення якості повітря, рекреація, пом'якшення наслідків зміни клімату). Ця мережа об'єднує зелені та блакитні простори, покращуючи якість довкілля та життя людей [1].

У межах комплексного дослідження міського природного середовища завершено етап картографування та інтерпретації зелено-блакитної інфраструктури Салтівського району м. Харкова. На основі польових обстежень, дистанційного зондування Землі та аналізу картографічних матеріалів було складено тематичну карту (рис. 1), що відображає просторову структуру та функціональне навантаження ключових елементів зелено-блакитної мережі [2,3].

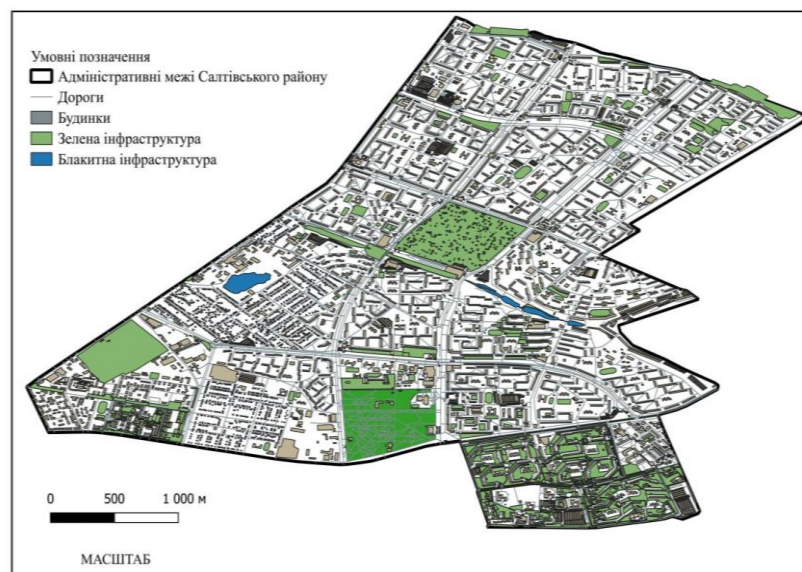


Рис. 1 - Зелено-блакитна інфраструктура Салтівського району

На основі представленої карти видно, що у Салтівському районі Харкова розміщені наступні об'єкти зеленої інфраструктури: 1) парки та сквери – зокрема великі зелені масиви в центральній та південній частині району; 2) алеї з деревами вздовж доріг – зелені смуги, які тягнуться вздовж основних вулиць; 3) дитячі майданчики, шкільні майданчики та майданчики для вигулу тварин – локальні зелені зони біля житлових масивів; 4) сади та газони, а також трав'яниста рослинність у дворах та відкритих просторах; 5) цвинтар, який також виконує роль зеленої зони через наявність значної кількості дерев; 6) водойми –

синім кольором на карті позначені озера та струмки, які відіграють роль у формуванні блакитно-зеленої інфраструктури району.

Зелена інфраструктура Салтівки стикається з рядом серйозних викликів:

1. Недостатній догляд та утримання. Багато зелених зон засмічені, не обслуговуються належним чином.
2. Брак системного поливу й оновлення трав'яного покриву. Проведення обрізки дерев без дотримання екологічних та санітарних норм. Деякі парки занедбані через обмежене фінансування комунальних підприємств.
3. Урбанізаційний тиск. Розвиток забудови зменшує площі зелених насаджень, скорочує відкриті території.
4. Вплив бойових дій, зруйновані або пошкоджені парки, дерева, об'єкти рекреації, зростає антропогенне навантаження.
5. Низький рівень інновацій. У районі відсутні зелені дахи, стіни, дощові сади тощо, які вже активно впроваджуються в Європі. Нерівномірний розподіл зелених зон у межах району, що створює "острови зелені" замість цілісної екологічної мережі.

Проведене обстеження зелено-блакитної інфраструктури Салтівського району м. Харкова дозволило виявити основні типи природних та напівприродних територій, охарактеризувати їх просторову структуру, екологічні функції та проблеми функціонування в умовах урбанізованого середовища. Створена тематична карта забезпечує візуалізацію поточного стану зеленої та блакитної мережі району, а також виявляє нерівномірність її розподілу та фрагментарність екологічного каркасу.

Результати дослідження свідчать про наявність значного екологічного потенціалу зелено-блакитної інфраструктури для підвищення стійкості міського середовища, проте реалізація цього потенціалу стримується низкою чинників, зокрема технічним зношенням об'єктів, недоліками в системі управління, інтенсивною урбанізацією та наслідками воєнних дій.

Надалі доцільним є розроблення стратегії інтеграції зелено-блакитної інфраструктури у просторове планування району, із застосуванням природоорієнтованих рішень та сучасних екотехнологій, що сприятиме формуванню цілісної, адаптивної та екологічно збалансованої міської системи.

Література

1. Зелено-блакитна інфраструктура в містах пострадянського простору: вивчення спадщини та підключення до досвіду країн V4 : колективна монографія / За ред. Н. В. Максименко, А. Д. Шкаруба. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2022. – 400 с. – URI: <https://ekhnuir.karazin.ua/handle/123456789/18778> (дата звернення: 12.04.2025)
2. Maksymenko N., Burchenko S., **Hrechko A.**, Sonko S. Carbon sequestration and provision of green infrastructure in the Ukrainian cities of Kharkiv and Chuhuiv in the context of post-war reconstruction. *Acta Horticulturae et Regiotecturae*, Slovakia, vol.26, no.2, 2023, pp.90-98. <https://doi.org/10.2478/ahr-2023-0013>
3. Тихомирова Т. С., Стаднік В. Ю. Перспективи використання ГІС-технологій для оцінки стану зелених насаджень урбанізованих територій. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я*. 2022. 266 С. ISSN 2222-2944. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/305f9259-68ff-4bdd-b7a1-cae58e206aa5/content>. (дата звернення: 12.04.2025)

ДО ПИТАННЯ ПРОБЛЕМАТИКИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗАСОБАМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

*Сєдов А. О., ст.викладач¹, Ачасов А.Б., д. с.-г. наук, проф.²,
Селіверстов О.Ю., аспірант², Лисак Р.А., студент²,
Калашніков Р.Р., студент²*

¹Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

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

Адміністративно-територіальна реформа в Україні розпочалася як частина ширшої реформи децентралізації, офіційно стартувавши у 2014 році. Її головна мета — передати повноваження та ресурси від центральної влади до місцевого самоврядування, зробити управління ефективнішим, а громади — самостійнішими. Об'єднані територіальні громади (ОТГ) — це нові адміністративні одиниці, які виникли в результаті добровільного об'єднання сільських, селищних і міських рад. З 2015 року громади почали добровільно об'єднуватися, а з 2020 року процес завершився на законодавчому рівні — було створено 1470 територіальних громад, що охопили всю територію країни (крім тимчасово окупованих територій). У результаті також відбулась укрупнення районів — замість понад 490 старих районів створено 136 нових укрупнених районів [1].

В той же час перед новоствореними ОТГ постали нові виклики і завдання. Одним із таких завдань, яке на нашу думку є першочерговим, є оцінка наявних ресурсів, в першу чергу природних. До складу новостворених територіальних об'єднань увійшли місцеві ради різного рівня, які, як правило, мали фахівців різного професійного рівня; різні можливості щодо отримання, ведення, зберігання та аналізу інформації про свої ресурси; різні рівні фінансових можливостей; невирішені різноманітні питання та конфлікти щодо ресурсно-майнових відносин. Зважаючи на це, одним із першочергових заходів упорядкування даних про наявний природно-ресурсний потенціал є його первинна інвентаризація, систематизація, створення відповідного планово-картографічного матеріалу з подальшим уточненням і затвердженням.

Одним із найактуальніших та сучасних інструментів щодо інвентаризації земельно-ресурсного потенціалу є використання даних дистанційного зондування Землі з обов'язковою геодезичною прив'язкою до опорних пунктів та контрольних точок. Сучасні технології аерознімання за допомогою БПЛА дають змогу отримати знімки високої роздільної здатності, точність яких дозволяє створювати крупномасштабні планово-картографічні матеріали, що стануть основою для створення комплексних планів територій. В той же час, незважаючи на те, що ми можемо отримати найактуальніші дані дистанційного зондування певної території, як правило цього недостатньо для ідентифікації

певних природних ресурсів, наприклад, таких, як водні. Тому необхідним, як додатковий інформаційний ресурс, є використання загальнодоступних джерел космічних знімків популярних сервісів, таких як Google Earth, Bing, ESRI Imagery та ін.. Кожне із цих джерел ДДЗ має мозаїку знімків в різні періоди та роки, том інформативне їх використання допомагає ідентифікувати водні об'єкти, які мають нестабільний рівень води (спущені ставки, водойми, що пересихають тощо).

Інтегрувати різні типи даних, включаючи супутникові знімки, ДДЗ, GNSS-навігацію та дані інших спостережень дають можливість Геоінформаційні системи (ГІС), які є важливою складовою у сучасних методах моніторингу природних ресурсів та є інструментом, який дозволяє збирати, аналізувати та візуалізувати просторові дані [2].

Після інтерпретації водних об'єктів постає питання у визначенні їх чітких меж та водоохоронних зон, що викликано неоднаковими підходами різних установ, таких як землевпорядні, водогосподарські, екологічні, природоохоронні. Різні відомства можуть користуватися відмінними критеріями: одні – за урізом води, інші – за середнім багаторічним рівнем, за межами заплав. Межі водних об'єктів часто не закріплені офіційно (немає актів встановлення меж, координатного опису тощо). Це створює правову колізію між фактичним користуванням і статусом "водного фонду". Практика показує, що створюючи засобами ГІС природоохоронні (буферні) зони, ми бачимо багато порушень їх режиму (розораність, забудова тощо).

Команда авторів наразі веде активну роботу по дослідженню і аналізу даної тематики на території Краснокутської ОТГ, з метою створення уніфікованих підходів та методик до виявлення водних об'єктів засобами ДДЗ, встановлення їх меж та водоохоронних зон.

Література

1. Про добровільне об'єднання територіальних громад: Закон України від 11 грудня 2003 р. № 13 (поточна редакція — Редакція від 16.04.2020 №561-IX) URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/157-19#Text>. (Дата звернення 10.04.2025).
2. Hoptsii D. Advantages of using QGIS to solve spatial planning tasks / D.Hoptsii, A. Siedov, T. Anopriienko, D. Khainus, D. Yaremko // Baltic Surveying'23, 10th-12th May 2023, Kaunas - Akademija, Lithuania, p.50-56.

МЕНЕДЖМЕНТ ДОВКІЛЛЯ В УСТАНОВАХ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

*Тарасюк М.В., аспірант, Барабаш О.В. проф., д.т.н.
Національний транспортний університет, м. Київ, Україна*

Установи природно-заповідного фонду Українських Карпат на даний час достатньо багаточисельні та різноманітні: природний заповідник Ґорґани з площею 5,3 тис. га; Карпатський біосферний заповідник з площею 58,0 тис. га; дванадцять національних природних парків з сумарною площею 276,3 тис. га; шість регіональних ландшафтних парків з сумарною площею 65,3 тис. га [1-4]. Загальна площа Українських Карпат оцінюється в 2156 тис. га [5], а загальна площа установ природно-заповідного фонду (ПЗФ) регіону – в 405 тис. га, тобто, їх частка за площею складає майже 19 відсотків. На такій значній території ведеться природоохоронне господарство, основними завданнями якого є [6]: збереження природних та історико-культурних комплексів та об'єктів на їх території; проведення наукових досліджень і спостережень за станом довкілля і за біорізноманіттям; розробка наукових рекомендацій з питань охорони природи; проведення екологічної освітньо-виховної роботи; створення умов для організованого туризму, відпочинку та інших видів рекреаційної діяльності (крім природних заповідників). Це означає, що установи ПЗФ мають безпосередній вплив на довкілля, як через проведення належних природоохоронних заходів (охорона від незаконного використання, від пожеж, від пошкодження природними і антропогенними чинниками тощо), так і через проведення інших господарських заходів (лісівничих, інфраструктурних, рекреаційно-туристичних, еколого-освітніх тощо). І тому, менеджмент (управління) довкіллям є вирішальним фактором, який дасть можливість виконувати регламентовані чинним законодавством завдання на високому рівні – формувати природне і чисте довкілля.

Менеджмент довкілля, як особлива система управління підприємствам, охоплює всі структурні елементи та види діяльності підприємства і його мета – підтримання довкілля в природному стані, а за можливості – покращення показників довкілля на території підприємства. Досягається це через розробку відповідних планів діяльності, планування господарських заходів, практичної реалізації запланованого і подальшої екологічної оцінки результатів реалізації заходів [7-9]. Тобто, менеджмент довкілля є складовою частиною в управлінні підприємством і повинен обов'язково бути присутнім в установах ПЗФ, бо підтримання довкілля в природному стані є їх пріоритетним завданням згідно законодавства.

Першим етапом в менеджменті довкілля на установах ПЗФ є належне планування відповідних заходів при розробці їх «Проектів організації території ...». Загальноприйнято, що для досягнення далекосяжної стратегічної мети діяльності цих установ (підтримання довкілля в природному стані)

плануються заходи за стратегічними цілями, першою з яких, наприклад в НПП «Синьогора», є «Охорона, збереження і відтворення природних комплексів і об'єктів, підтримання загального екологічного балансу ...». Для досягнення цієї цілі в НПП «Синьогора» плануються відповідні завдання: охорона пріоритетних видів та оселищ, збереження популяцій рідкісних видів, збереження генофонду тварин і рослин *ex situ*, збереження типових і рідкісних для регіону ландшафтів, мінімізація впливів і запобігання розповсюдженню інвазійних видів, збереження та відтворення корінних лісових екосистем, пом'якшення впливів і адаптація до кліматичних змін, проведення природоохоронних лісівничих заходів відповідно до проведеного лісовпорядкування, розробка і реалізація природоохоронних програм, міжнародних грантів і менеджмент-планів тощо [10]. І для кожного з цих завдань плануються конкретні заходи, які власне і впроваджуються працівниками установ ПЗФ. Відмітимо, що вже на цьому етапі менеджменту довкілля виникають проблеми – для більшості установ ПЗФ Українських Карпат завдання і заходи щодо підтримання та охорони лісових екосистем плануються дуже детально, але планування щодо інших типів екосистем майже відсутнє. І найбільш актуальним для регіону є планування завдань і заходів для підтримання та охорони водних екосистем (річок, потоків, перезволожених земель тощо), бо систематичні паводки в гірських умовах є дуже руйнівними не тільки для багатьох галузей народного господарства, але і для довкілля також – руйнуються значні площі прибережних екосистем, забруднюються ріки токсичними відходами діяльності людини, змінюється гідрографічна мережа тощо.

Другим етапом менеджменту довкілля є планування природоохоронних заходів за роками і за термінами їх проведення. Наприклад, для виконання стратегічного завдання «Охорона пріоритетних видів та оселищ» плануються в НПП «Синьогора» такі заходи: інвентаризація і картування локалітетів пріоритетних видів та встановлення чисельності і стану їх популяцій, а також пріоритетних оселищ та стану їх збереження; обмеження на пересування туристів і рекреантів, їх таборування та розкладання вогнищ; перенаправлення туристичних потоків в обхід пріоритетних оселищ; встановлення інформаційних щитів про наявність на визначеній території пріоритетних видів та оселищ, їх цінності і мети збереження; механічне вилучення деревного самосіву на оселищах субальпійських та альпійських лук; періодичне викошування травостою на післялісових луках в долинах річок; підсіювання та підсадження раритетних і типових видів рослин на післялісових луках в долинах річок; на високогірних післялісових луках слід провадити традиційну форму природокористування – періодичний помірний випас худоби; покращення насіннєвого поновлення сосни кедрової європейської; Зимова підгодівля тинівки альпійської та горіхівки рябої; посів насіння сну білого та спор зелениці альпійської в природних умовах їх зростання тощо. Заходів заплановано багато, вони відповідають поставленому завданню, але вже на етапі планування їх виконання виникають значні проблеми, бо, наприклад, єдиним реальним заходом для реалізації «обмеження на пересування туристів і рекреантів, їх таборування та розкладання вогнищ» є систематична еколого-освітня робота, яка

ведеться установами ПЗФ, але не з туристами, а з місцевими жителями. І тут залишається тільки надіятися на високу ефективність інформаційних щитів та наочної агітації, з якими, на жаль, відвідувачі ознайомлюються не завжди.

Третій і самий проблематичний етап менеджменту довкілля – це практична реалізація запланованих заходів. Основними проблемами цього етапу є: недостатнє фінансування установ ПЗФ, бо захищеною статтею їх видатків є тільки заробітна плата; складна багатоетапна процедура отримання дозволів на проведення природоохоронних заходів; відсутність кваліфікованих виконавців через низький рівень зарплати. І, якщо недостатнє бюджетне фінансування ще можна доповнити коштами спонсорів, міжнародних проектів та спецфонду (зароблені на відвідувачах і від продажу деревини), то пройти існуючі процедури отримання дозволів вдається не завжди, зокрема, через недостатнє фінансування та відсутність кваліфікованих виконавців.

Четвертий і останній етап менеджменту довкілля – це екологічна оцінка результатів реалізації заходів для внесення за потреби коректив в подальшу діяльність. Така оцінка здійснюється щорічно науковцями при моніторингу біорізноманіття і стану природних екосистем, а її результати фіксуються в щорічному звіті (Літопис природи ...). Крім недостатнього фінансування і відсутності дозволів, наприклад, на придбання приладів, проблемою тут є обґрунтування і узгодження необхідних змін з керівництвом.

Література

1. Петрова Л., Третяк П. Природно-заповідний фонд Українських Карпат / Праці Наук. товариства ім. Шевченка. Т. 12. Зб.: Екологічні проблеми Карпатського регіону. – Львів, 2003. – С. 246-254.
2. Перелік об'єктів природно-заповідного фонду України в розрізі областей. Електронний ресурс. Шлях доступу: <https://pzf.land.kiev.ua/pzf-spisok.html>.
3. Парпан В.І., Лосюк В.П., Парпан Т.В., Миленька М.М. Лісові екосистеми національних природних парків Карпатського регіону: сучасний стан та перспективи розвитку / Зб.: «Українознавчі студії» – Івано-Франківськ: Прикарпатський національний університет, 2013, Вип. 13-14. – С. 353-363.
4. Природно-заповідний фонд України загальнодержавного значення: довідник / В.Б. Леоненко, С.Ю. Попович, М.Л. Клестов, М.О. Осипова, І.М.Бардіна. – К.: Омега-Л, 1999. – 240 с.
5. Заставний Ф. Д. Географія України. У 2-х кн. / Ред. М. П. Парцей. – Львів: Світ, 1994. – 472 с.
6. Закон України «Про природно-заповідний фонд України». Електронний ресурс. Шлях доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#Text>.
7. Білявський І.О. Основи екологічних знань: підр. – К. : Либідь, 1997. – 288 с.
8. Галушкіна Т. П., Грановська Л. М., Кисельова Р. А. Екологічний менеджмент та аудит: навч. посібник. – Херсон: Олді-Плюс, 2019. – 455 с.
9. Зіновчук Н. В., Ращенко А. В. Екологічний маркетинг: навч. посібник. – Житомир: ЖДУ ім. І. Франка, 2015. – 190 с.
10. Проект організації території Національного природного парку «Синьогора», охорони, відтворення та рекреаційного використання його природних комплексів і об'єктів. В двох томах. / за ред. А.В. Замороки. Івано-Франківськ, 2022. 379 с.

ЕФЕКТИВНІСТЬ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

*Тичковський С.І., аспірант, Челядин Л.І., д.т.наук, проф.
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
м. Івано-Франківськ, Україна*

Фармацевтичні препарати відіграють важливу роль у сучасній медицині а їх використання стрімко зростає у всьому світі через розвиток фармацевтичної галузі та зростання доступності медичних послуг. Збільшення використання фармацевтичних препаратів супроводжується надходженням цих біологічно активних сполук та їх метаболітів у навколишнє середовище, зокрема у стічні води.

Фармацевтичні препарати потрапляють у стічні води різними шляхами. Основними джерелами забруднення є побутові стоки, лікарні, фармацевтичні підприємства і домашні господарства. Після терапевтичного використання ліків, як незмінні сполуки, так і їх метаболіти потрапляють у комунальні стічні води шляхом екскреції. Крім того, неналежна утилізація невикористаних або протермінованих ліків через каналізаційну мережу також сприяє поширенню фармацевтичних препаратів у навколишньому середовищі. Також важливим джерелом забруднення є стічні води з фармацевтичних виробництв та медичних закладів де у навколишнє середовище можуть потрапляти концентровані відходи фармацевтичних препаратів. До додаткових джерел забруднення стічних вод фармацевтичними препаратами належить і сільське господарство. Відходи від використання цих препаратів у тваринництві і господарстві де використовуються препарати для захисту рослин від шкідників потрапляють у ґрунти, а потім і у водні системи.

До основних видів фармацевтичних препаратів, які потрапляють у стічні води, належать антибіотики, анальгетики, гормони, антидепресанти та інші. Навіть незначні концентрації окремих лікарських засобів можуть викликати токсичний вплив на водні організми, спричиняти порушення репродуктивних процесів, змінювати поведінку риб та інших водних мешканців. Особливе занепокоєння викликає присутність антибіотиків у стічних водах яка сприяє розвитку та поширенню антибіотикорезистентних бактерій, що є серйозною загрозою для глобальної системи охорони здоров'я.

Сучасні комунальні очисні споруди, що базуються переважно на традиційних методах, таких як механічна очистка та біологічне очищення, відіграють ключову роль у видаленні значної частини зважених речовин, органічних забруднень та певною мірою біогенних елементів зі стічних вод. Однак, ці технології не здатні повністю видалити стійкі біологічно активні мікрозабруднювачі, до яких належать більшість фармацевтичних препаратів. Обмежена ефективність цих методів створює необхідність у подальших дослідженнях та вдосконаленні існуючих технологій очищення. Серед передових методів очищення стічних вод від фармацевтичних препаратів

особливо виділяються передові окислювальні процеси - AOPs (Advanced Oxidation Processes) та мембранні біореактори.

Передові окислювальні процеси базуються на використанні сильних окислювачів для руйнування стійких органічних забруднювачів, таких як фармацевтичні препарати. Суть цього методу полягає в генерації гідроксильних радикалів (ОН), які мають високу реакційну здатність і можуть бути отримані різними способами, такими як реакція Фентона, фотокаталітичне окислення та використання перекису водню. Гідроксильні радикали, що утворюються в результаті цих процесів, атакують органічні забруднювачі шляхом абстракції водню, передачі електронів та утворення подвійного зв'язку з органічними молекулами. Ефективність AOPs полягає у їх здатності швидко і ефективно видаляти фармацевтичні препарати, які важко видалити традиційними методами очищення [1]. Існуючі дослідження підтверджують, що ефективність видалення ібупрофену, ципрофлоксацину та карбамазепіну зі стічних вод становить 89.83%, 100% та 80.4% відповідно протягом 40 хвилин [2]. Однак метод має й недоліки, зокрема високу вартість реагентів та енергії, необхідної для генерації гідроксильних радикалів.

Мембранний біореактор (далі - МБР) є інноваційною технологією, яка поєднує біологічне очищення з мембранною фільтрацією для досягнення високоефективного очищення стічних вод. Основний принцип роботи МБР полягає у використанні мікроорганізмів для розщеплення органічних речовин у стічних водах, після чого очищена вода відокремлюється від біомаси за допомогою мембранної фільтрації. МБР демонструє високу ефективність у видаленні широкого спектру забруднень, включаючи фармацевтичні препарати, ефективність очищення яких складає більше ніж 90% [3; 4]. Однак, МБР потребує регулярного обслуговування та очищення мембран що можуть засмічуватися, що збільшує операційні витрати.

Очищення стічних вод від фармакологічних препаратів є важливим завданням для захисту екології та здоров'я людей. Сучасні підходи, такі як МБР і передові окислювальні процеси (AOPs) показують значну ефективність, однак недоліки цих методів вказують на необхідність оптимізації цих технологій. Подальші дослідження та вдосконалення цих технологій сприятимуть зменшенню забруднення навколишнього середовища і покращенню екологічної ситуації.

Література

1. Kinga Skalska-Tuomi, Laura Kaijanen, José María Monteagudo, Mika Mänttari (2025). Efficient removal of pharmaceuticals from wastewater: Comparative study of three advanced oxidation processes. *Journal of Environmental Management*, 375, 124276.
2. John Busayo Adeoye, Yie Hua Tan, Sie Yon Lau, Yee Yong Tan, Tung Chiong, Nabisab Mujawar Mubarak, Mohammad Khalid (2024). Advanced oxidation and biological integrated processes for pharmaceutical wastewater treatment: A review. *Journal of Environmental Management*, 353, 120170.
3. Mumtaz Aliraza Gulamhussein, Bharti Saini, Anirban Dey (2023). Removal of pharmaceutical contaminants through membrane bioreactor. *Materials Today: Proceedings*, 77(1), 260.
4. D. Nguyen, Minh-Ky Nguyen, Quoc-Minh Truong, Van-Anh Thai, Minh-Thuan Pham, S. Woong Chang, D. Duc Nguyen (2025). Microplastics and pharmaceuticals from water and wastewater: Occurrence, impacts, and membrane bioreactor-based removal. *Separation and Purification Technology*, 361(3), 131489.

**ДОСВІД ПІЛОТНОГО ОПИТУВАННЯ ГРОМАДСЬКОСТІ
ЩОДО МЕНЕДЖМЕНТУ ДОВКІЛЛЯ НА МІСЦЕВОМУ РІВНІ
(НА ПРИКЛАДІ ВЕЛИКОСОРОЧИНСЬКОЇ СІЛЬСЬКОЇ
ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)**

Тітенко Г.В., канд. географ. наук, доц., Проценко А.О., студентка

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,

м. Харків, Україна

Питання ефективного менеджменту довкілля на місцевому рівні набувають особливої актуальності в умовах повоєнного відновлення територій України. Великосорочинська сільська територіальна громада Полтавської області [1] є прикладом громади, яка поєднує виклики сталого розвитку, екологічної безпеки та інтеграції внутрішньо переміщених осіб (ВПО). Вивчення громадської думки є важливим інструментом для формування екологічної політики, що відповідає реальним потребам населення.

Особливу роль у цьому процесі відіграють саме місцеві громади, оскільки вони є найближчою ланкою до вирішення екологічних питань на практиці. Децентралізація надала громадам повноваження не лише у сфері соціально-економічного розвитку, а й в управлінні природними ресурсами, охороні довкілля та забезпеченні екологічної безпеки. Саме органи місцевого самоврядування спільно з громадськістю визначають пріоритети, впроваджують екологічні ініціативи та несуть відповідальність за стан довкілля на своїй території. Тому дослідження громадської думки є необхідною складовою для побудови ефективної системи екологічного менеджменту на місцевому рівні.

Великосорочинська сільська територіальна громада створена у 2016 році шляхом об'єднання Великосорочинської та Полив'янської сільських рад Миргородського району. До складу громади входить село Великі Сорочинці, яке є адміністративним центром, та 20 населених пунктів. Загальна площа громади дорівнює 408,3 км². [2]

Чисельність населення Великосорочинської сільської ради, станом на 01.01.2023 р., становила 7196 осіб. Щільність населення в 1,8 раз менша за показник району та в 2,9 раз менша за середньообласне значення. [3]

Сьогоднішня екологічна ситуація в громаді зумовлена як проблемами, які породжені десятиками років тому, так і сучасними. Значною мірою на стан довкілля Великосорочинської СТГ впливають об'єкти інфраструктури населених пунктів, підприємства та автотранспорт, методи ведення сільського та лісового господарства. [3]

Метою пілотного опитування було виявлення основних екологічних проблем, рівня екологічної свідомості населення та визначення пріоритетних напрямів екологічної політики у Великосорочинській громаді. Опитування було проведено у квітні 2025 року методом онлайн-анкетування. Анкета включала 15 питань закритого та відкритого типу. Загалом було отримано 74 відповіді від

представників різних соціальних груп (місцеві жителі, ВПО, молодь, підприємці).

Нагальні екологічні проблеми. Найбільш актуальними проблемами респонденти визнали: відсутність системи сортування та переробки відходів (67%), несанкціоновані сміттєзвалища (51%) та забруднення водних ресурсів (51%). Також респонденти відзначили проблему вирубки лісів та зменшення зелених зон (43%).

Стан водних ресурсів та якості питної води. Більшість респондентів (72%) оцінили стан річок і ставків у громаді як «задовільний», але зазначили, що існує проблема із якістю води через її забруднення, 23% вказали, що якість питної води є критичною проблемою, вода забруднена та непридатна для користування.

Зелені зони та стан повітря. 73% респондентів вважають, що зелених зон у громаді недостатньо, але це не створює ризики для якості життя та мікроклімату і в цілому ситуація є прийнятною. Щодо якості повітря, лише 57% не вважають її проблемною, що свідчить про локальний характер забруднення атмосферного повітря. Ці респонденти відзначили існування проблем, пов'язаних із сезонним спалюванням рослинних залишків та пиловими бурями.

Стан ґрунтів та вплив сільського господарства. 46% опитаних визнали існування проблем із якістю ґрунтів, але висловили впевненість, що ситуація є контрольованою. Основними загрозами названо: надмірне використання хімічних добрив та пестицидів (35%), ерозійні процеси (22%), відсутність контролю за агровиробництвом (30%).

Ставлення до екологічних ініціатив. Більшість респондентів (95%) підтримують створення екологічних ініціатив у громаді. З них 47% готові брати участь у толоках та висадці дерев, але ще 47% вказують на потребу фінансування та організаційної підтримки.

Перспективи розвитку громади. Основними напрямками розвитку респонденти вважають: агропромисловий комплекс (55%), в т.ч. харчову промисловість (47%), туризм та рекреацію (24%), відновлювальну енергетику (30%). Це свідчить про прагнення поєднувати традиційне сільське господарство з новими екологічно орієнтованими видами діяльності.

Пілотне опитування засвідчило відносно високий рівень екологічної свідомості населення та занепокоєння населення екологічними проблемами, особливо у сферах поводження з відходами, якості водних ресурсів та збереження ґрунтів. Виявлено запит на активізацію екологічної політики, підвищення прозорості екологічної інформації та залучення громадськості до екологічних ініціатив за умови належної підтримки з боку місцевої влади.

Громадськістю було висловлено наступні рекомендації та побажання.

- Розробити місцеву програму з покращення системи управління відходами.
- Запровадити моніторинг стану водних ресурсів та ґрунтів із відкритою публікацією даних.
- Підтримати громадські екологічні проекти та створити еколого-освітні платформи для залучення мешканців.

•Інтегрувати екологічні критерії у стратегію розвитку агросектору та туризму та стимулювати розвиток «зеленого» бізнесу та екотуризму.

Вважаємо, що Великосорочинська сільська територіальна громада має низку специфічних особливостей, що вплинули на результати опитування. По-перше, громада характеризується переважно аграрною економікою з інтенсивним використанням земельних ресурсів, що й зумовило високу увагу респондентів до питань якості ґрунтів та впливу сільського господарства на довкілля. По-друге, відсутність сучасної інфраструктури для поводження з відходами, характерна для багатьох сільських територій України, обумовила пріоритетність проблеми сміттєзвалищ та потребу у системі сортування.

Крім того, значна частина населення громади складається з внутрішньо переміщених осіб, що посилює навантаження на природні ресурси, зокрема водопостачання та зелені зони. Це пояснює підвищену стурбованість мешканців станом водних ресурсів та нестачею рекреаційних територій. Традиційна орієнтація громади на сільське господарство поєднується із прагненням до розвитку нових напрямів, таких як екотуризм та відновлювальна енергетика, що відобразилося у відповідях щодо перспектив розвитку.

Загалом, результати опитування відображають реальні виклики та потреби громади, яка перебуває на перехресті між збереженням традиційної економічної моделі та необхідністю впровадження сучасних екологічних підходів.

Проведене дослідження може стати основою для подальших комплексних досліджень та впровадження ефективного менеджменту довкілля та формування дієвої екологічної політики на місцевому рівні.

Література

1. Регіональна програма охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки з урахуванням регіональних пріоритетів Полтавської області на 2022-2027 роки (програма «Довкілля-2022») [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecology.poda.gov.ua/attachments/138563> (дата звернення: 15.04.2025).

2. Звіт Великосорочинського сільського голови Олександра ТИЩИЦЬКОГО за 2024 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://rada.info/upload/users_files/24832716/7574daf7cb104535c83457cd6fd848b1.pdf (дата звернення: 15.04.2025).

3. Звіт про стратегічну екологічну оцінку документа державного планування – Стратегії розвитку Великосорочинської сільської територіальної громади на 2023 - 2027 роки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://rada.info/upload/users_files/24832716/4b9ab31f3fe1088db722e424191e1b4b.pdf (дата звернення: 15.04.2025).

**МОЖЛИВОСТІ ТА ОБМЕЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНИХ
ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ**

*Тітенко Г.В., канд. географ. наук, доц., Сілутіна К.В., студентка
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Харків, Україна*

Відновлення ґрунтів є актуальним завданням для забезпечення сталого розвитку аграрних регіонів Харківської області. Слобожанська територіальна громада Чугуївського району Харківської області, яка розташована у зоні Лісостепу, характеризується переважанням чорноземів звичайних та чорноземів типових, які є одними з найродючіших ґрунтів України [1]. Проте інтенсивне сільськогосподарське використання, зменшення внесення органічних добрив та вплив воєнних дій призвели до погіршення стану ґрунтів у регіоні. У цьому контексті визначення особливостей використання різноманітних методів відновлення та покращення стану ґрунтів набуває особливої актуальності.

Основним джерелом забруднення в регіоні тривалий час була Зміївська ТЕС. На жаль, у березні 2024 року ТЕС була повністю зруйнована. Але враховуючі, що ґрунти тривалий час зберігають забруднення припускаємо, що із зараз у ґрунтах у зоні впливу ТЕС спостерігається перевищення за мікроелементами. За даними різних дослідників [2-4] ґрунти на території, прилеглої до ТЕС, яка знаходилась під прямим техногенним впливом, фіксуються збільшені концентрації відносно фонових показників ґрунтів ряду мікроелементів та органічних речовин. Найближчі до ТЕС ліси характеризуються підвищеним вмістом важких металів в ґрунтах та рослинах - від 1,1 до 4 разів у порівнянні з контрольними пробами, відібраними на відстані від Зміївської ТЕС. Ці перевищення становлять по Mn, Zn, Pb, Cu, Cd від 1,1 до 2,2 разів, по Ni, Cr від 2,7 до 4 разів [2-3]. Окрім активного залучення до сільськогосподарського виробництва ситуацію зі станом ґрунтів погіршує нафтогазовидобувна діяльність, яка наразі зосереджена у південній частині території ТГ на землях Нижньобишкінського та Шелудківського старостинського округу.

Серед методів відновлення ґрунтів головними є технологічні та біологічні. Технологічні методи (хімічні, фізико-хімічні, агротехнічні) базуються на активному зміні структури, складу або властивостей ґрунтів шляхом застосування хімічних речовин, фізичних процесів чи агротехнічних прийомів. Їхня перевага — швидкість дії та можливість цілеспрямованого впливу. Однак такі методи часто потребують значних фінансових витрат, технічного обладнання та кваліфікованого персоналу. Біологічні методи (біоремедіація, фіторемедіація) ґрунтуються на здатності живих організмів поглинати, трансформувати або знешкоджувати забруднювачі. Вони є більш безпечними та дешевшими, але зазвичай потребують більше часу для досягнення ефекту.

Хімічні методи забезпечують швидке зниження токсичності забруднювачів, особливо важких металів (свинець, кадмій, цинк) та органічних сполук (ПАВ,

феноли). Це критично важливо у випадках гострого забруднення, зокрема на техногенних ділянках поблизу Зміївської ТЕС або зон із вибуховими ураженнями. Наприклад, використання фосфатів та вапна дає змогу швидко нейтралізувати важкі метали, що потрапили до ґрунту після руйнування промислових об'єктів або складів.

Біологічні методи (фіторе mediaція, біоре mediaція, сидерація) діють повільніше, але їх екологічна стійкість і довготривалий ефект роблять їх незамінними для відновлення біотичних властивостей ґрунту та екосистемної рівноваги. Особливо це важливо в сільськогосподарських ландшафтах, які зазнали структурного порушення чи втрати біоактивності внаслідок бойових дій, проїзду техніки, пожеж.

Хімічні методи несуть потенційні ризики вторинного забруднення, особливо при надмірному внесенні реагентів або їх потраплянні в ґрунтові води (наприклад, хелати EDTA, перманганат калію). Такі методи вимагають ретельного лабораторного супроводу, чіткої дозованості, а також виняткової обережності у зонах із залишками вибухових речовин.

Натомість біологічні методи — екологічно безпечні, адаптивні та не несуть ризику вторинного забруднення. Вони є кращим вибором для великих площ, де забруднення не критичне, але потрібне довготривале відновлення (наприклад, сидерація на полях після пожеж чи біоре mediaція нафтозабруднень після розриву техніки або складів ПММ).

Для відновлення структури ґрунту після вибухів чи ущільнення технікою, найбільш доцільним є комбінування хімічних (гіпс, вапно, сорбенти) і біологічних методів (внесення компосту, сидерація, мікоризація). Такий підхід дозволяє відновити як фізичні, так і біологічні властивості ґрунтів, зменшити ерозію, підвищити вміст гумусу та біоактивність.

Слобожанська територіальна громада Чугуївського району Харківської області зазнала індустріального забруднення (особливо в зонах впливу Зміївської ТЕС), аграрного навантаження та впливу бойових дій. У зв'язку з цим доцільним є використання комбінованих сценаріїв, які передбачають інтеграцію технологічних та біологічних методів для досягнення синергетичного ефекту.

Сценарій 1. Хімічна іммобілізація + фіторе mediaція. Цей підхід передбачає внесення вапнякових матеріалів, фосфатів або бентонітових глин для зниження біодоступності важких металів (наприклад, Pb, Zn, Cd), після чого здійснюється висадка рослин-аккумуляторів (соняшник, гірчиця, верба). Доцільно застосовувати поблизу ТЕС, складів золи, поблизу транспортних вузлів.

Сценарій 2. Біоре mediaція + агротехнічні заходи. Передбачає мікробіологічне відновлення за допомогою штамів бактерій (*Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*) із застосуванням органічних добрив, мульчування, вирощуванням сидератів (люпин, вика, фацелія). Доцільно застосовувати на деградованих сільськогосподарських землях із зниженою родючістю, в зонах пестицидного навантаження.

Сценарій 3. Фізико-хімічне очищення + фіторе mediaція як буфер. У районах із локальним забрудненням проводиться глибоке очищення (промивання або

електрокінетична ремедіація), а навколо цих ділянок створюються фітофільтраційні зони з посадкою багаторічних трав або дерев. Доцільно застосовувати на територіях з високим вмістом токсичних речовин поблизу водойм, колишніх складів, виробничих майданчиків.

Сценарій 4. Структурне відновлення + фіторекультивация. У випадку порушення ґрунтового профілю (розрив шару, ущільнення) застосовуються методи глибокого розпушування, внесення структуроутворюючих матеріалів (торфу, компосту), після чого проводиться фіторекультивация з використанням швидкорослих рослин. Доцільно застосовувати після будівельних робіт, розриття кар'єрів, рекультивациі порушених земель.

Вважаємо, що комбіноване застосування різних методів дозволяє одночасно досягти зниження токсичності забруднювачів; покращення фізичних властивостей ґрунту; відновлення біологічної активності ґрунтів; підвищення стійкості агроландшафтів до деградації. Узагальнюючи слід зазначити, що на промислово забруднених ділянках (зона впливу ТЕС, склади золи, під'їзні шляхи) доцільно застосовувати технологічні методи, зокрема хімічну іммобілізацію важких металів (фосфати, вапнування); на сільськогосподарських угіддях доцільні біологічні методи — біоремедіація з використанням штамів *Bacillus*, *Pseudomonas*, а також фіторемедіація (соняшник, люпин, гірчиця); у перехідних або буферних зонах (між полями і населеними пунктами, або полями і лісосмугами) ефективною буде фіторемедіація, яка одночасно виконує роль біофільтру. При цьому агротехнічні заходи (внесення компосту, сидерати, мульчування) мають застосовуватися як фонові незалежно від основного методу, для підтримання структури ґрунту та відновлення гумусу.

Література

1. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2023 році [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/regionalni-dopovidi-pro-stan-navkolyshnogo-seredovyssha-v-ukrayini/> (дата звернення: 15.04.2025).
2. Крайнюков О., Кривицька І., Найдьонова О. Еколого-токсикологічна оцінка якості ґрунтів, які знаходяться під впливом Зміївської ТЕС. Молодий вчений, 2023. № 12 (124), 12-16. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2023-12-124-22> (дата звернення: 15.04.2025).
3. Безсонний В. Л., Некос А. Н., Гололобова О. О. Оцінка екологічного ризику забруднення ґрунтів важкими металами. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія». 2024. Вип. 31. С. 20 – 34. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2024-31-02> (дата звернення: 15.04.2025).
4. Спосіб екологічної ремедіації ґрунту, техногенно забрудненого переважно кадмієм, свинцем, цинком та хромом / В. Л. Самохвалова, А. І. Фатєєв, С. Г. Зуза, В. О. Зуза, В. М. Горякіна // Агрохімія і ґрунтознавство : міжвід. темат. наук. зб.. - 2014. - Вип. 81. - С. 51-59.

АГРОЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ВРОЖАЙНОСТІ КУЛЬТУР НА ПРИКЛАДІ ДОСЛІДНОГО ПОЛЯ ДБТУ

Шевченко А.Є., студентка, Кот А.Г., ст. викладач

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

Агроекономічна ефективність є важливим показником результативності використання ресурсів у сільському господарстві. Вона оцінюється за допомогою таких показників, як врожайність, вартість продукції, чистий прибуток та рентабельність [1]. Метою дослідження є оцінка економічної віддачі від вирощування основних сільськогосподарських культур на дослідному полі Державного біотехнологічного університету в період з 2020 по 2024 роки.

Агроекономічна ефективність є важливим показником результативності використання ресурсів у сільському господарстві. Вона оцінюється за допомогою таких показників, як врожайність, вартість продукції, чистий прибуток та рентабельність [1]. Метою дослідження є оцінка економічної віддачі від вирощування основних сільськогосподарських культур на дослідному полі Державного біотехнологічного університету в період з 2020 по 2024 роки.

Врожайність соняшнику демонструє стійке зниження з 3.58 т/га у 2020 році до 1.83 т/га у 2024 році, що становить спад на 49%. Це зниження зумовлене екстремальними погодними умовами, такими як посухи, та змінами в агротехнології [3]. Урожайність озимої пшениці також зазнала коливань: максимальне значення було зафіксовано у 2021 році (4.97 т/га), після чого спостерігалось зниження до 2.85 т/га у 2023 році, а у 2024 році урожайність частково відновила до 4.12 т/га [4]. Урожайність кукурудзи за цей період знизилася на 67%, з 4.54 т/га у 2020 році до 2.15 т/га у 2024 році, що свідчить про серйозний вплив екстремальних погодних умов, зокрема посухи [5].

Аналіз економічної віддачі показав значне зниження вартості продукції, що було наслідком зниження врожайності. Вартість соняшнику на гектар знизилась з 56,680 грн/га у 2021 році до 30,508 грн/га у 2024 році. Вартість пшениці знизилась на 17%, а вартість кукурудзи знизилась на 67% [6]. Це підтверджує, що зниження врожайності впливає на економічні результати, зменшуючи прибутковість виробництва.

До основних факторів зниження агроекономічної ефективності можна віднести погіршення технологічного забезпечення [7], недотримання сівозміни, зменшення вологості через зміни клімату, а також виснаження ґрунтів через надмірне використання землі [8]. Для підвищення ефективності необхідно впроваджувати засухостійкі сорти культур, використовувати сучасні агротехнології, зокрема точне землеробство, а також покращити системи зрошення. Важливим є також дотримання раціональної сівозміни та підвищення обізнаності аграріїв щодо інноваційних методів [9].

В подальшому дослідженні планується розширення аналізу еколого-економічних показників, оцінка ефективності зрошення та нових

агротехнологій, а також розробка прогностичних моделей адаптації агровиробництва до змін клімату [10].

Загалом, результати дослідження демонструють значний вплив кліматичних та агротехнічних факторів на агроекономічну ефективність вирощування основних сільськогосподарських культур.

Література

1. Коваленко І.І., Мельник Л.М. Агроекономіка: підручник для вищих навчальних закладів. К.: КНЕУ, 2021.
2. Клімова С.Л. Вплив кліматичних змін на врожайність сільськогосподарських культур в Україні. *Екологія та природокористування*. 2022. № 2.
3. Міщенко О.П., Сорокіна В.М. Агроекономічні аспекти вирощування соняшнику в Україні. *Агроекономіка*. 2023. № 5.
4. Бойко О.Ф., Ярошенко Т.Л. Оцінка ефективності вирощування пшениці в умовах змін клімату. *Аграрна наука*. 2024. № 1.
5. Дмитриченко В.В., Семенченко А.О. Проблеми агроекономічної ефективності вирощування кукурудзи на зерно в Україні. *Український журнал аграрної економіки*. 2022. № 3.
6. Іванова М.В., Довженко Л.А. Вплив змін клімату на економічні показники вирощування соняшнику. *Економіка сільського господарства*. 2023. № 4.
7. Шевченко Т.О., Сидоренко М.П. Агропромислові технології в умовах зміни клімату. *Технології у сільському господарстві*. 2022. № 6.
8. Коваленко А.І. Екологічні проблеми сільського господарства України. *Природокористування*. 2023. № 2.
9. Савченко Л.С., Ковальчук В.К. Інновації в агропромисловому комплексі. *Агросфера*. 2024. № 1.
10. Сидоренко І.В., Шевченко Ю.В. Прогнозування агроекономічних процесів в умовах глобальних змін клімату. *Екологічні та економічні проблеми агросектору*. 2023. № 3.

2. Екологічна освіта: стратегія розвитку

УДК 378:631

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ АГРАРНОЇ ОСВІТИ В СВІТІ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Ачасова А.О., к. біол. наук, доцент

*Науково-дослідний інститут моніторингу та охорони ґрунтів
м. Прага, Чеська Республіка*

Сучасне сільськогосподарське виробництво швидко перетворюється на високотехнологічну галузь, в якій широко використовуються комп'ютерні технології, безпілотна техніка, методи дистанційного зондування та цифрового картографування, автоматизація процесів та прогнозування за допомогою штучного інтелекту. Причиною такої трансформації є цілий комплекс факторів.

1) Розвиток технологій, який надає можливості цифрової трансформації. С кожним роком ці можливості стають все ширше а технології - доступніше.

2) Демографічна проблема та нестача працівників а отже необхідність автоматизації працемістких процесів. В країнах ЄС 93% агропідприємств - це сімейні фермерські господарства із середньою площею 11 га, при чому 57% цих ферм оброблялись виключно власниками – членами родини. За даними Єврокомісії [1], середній рівень прибутків працівників сімейних ферм був нижчим за оплату праці в інших сферах, отже не дивно, що відсоток зайнятих в сільськогосподарській галузі неухильно падає [2], а сама галузь страждає від нестачі робочих рук. За даними статистики, в сільському господарстві зайнято 8,7 млн осіб, або 4,2 % від загального числа працевлаштованих у ЄС у 2020 р. Середній вік фермерів ЄС - 57 років та с кожним роком він збільшується, оскільки молодь не прагне працювати в агросфері. Крім демографічної, є ще й проблема кваліфікації. Наразі лише незначна частка (10,2%) керівників ферм в ЄС мають повну професійну освіту.

3) Залежність фермерів від субсидій. Фінансова підтримка агровиробників в ЄС здійснюється в рамках Спільної сільськогосподарської політики (ССП) через надання субсидій фермерським господарствам. Середня частка державної підтримки у доходах фермерських господарств ЄС складає 36%, при цьому частка прямих виплат сягає 26%. Середній показник фінансової підтримки фермерів у ЄС у 2023 році становив близько 200 євро/га. Зрозуміло, що фермери прагнуть виконувати всі необхідні умови для отримання субсидій.

Умовою надання фінансової підтримки в рамках ССП є дотримання фермерами так званих стандартів доброго екологічного стану (GAEC – Good agricultural and environmental conditions). Набір цих зобов'язань, пов'язаних із GAEC, регулюється ст. 12 і 13 Регламенту 2021/2115 CAP [3]. Стандарти GAEC на рівні ЄС наголошені у загальному вигляді та деталізуються на рівні кожної держави-члена з урахуванням місцевих умов. Вони спрямовані на захист ґрунтів від деградації, зокрема, від ерозії ґрунтів, збереження вуглецю в ґрунтах,

збереження біорізноманіття та екологічних (не пов'язаних напряму з продуктивністю) функцій ландшафтів в межах фермерських землеволодінь а також охорону водних об'єктів від забруднення.

4) Точне землеробство стає життєвою необхідністю. Відповідно до планів Green Deal, екологічні вимоги до сільськогосподарського виробництва в ЄС стають дедалі більш жорсткими. Водночас, кліматичні умови в останнє десятиріччя все менш сприятливі для традиційного сільськогосподарського виробництва. За оцінками експертів ІРСС із використанням сценарію високих викидів, прогнозується, що врожайність незрошуваних культур, таких як пшениця, кукурудза та цукровий буряк, в південній Європі може зменшитися до 50% до 2050 року [4]. Це може призвести до суттєвого падіння доходу ферм до 2050 року з великими регіональними коливаннями.

Це змушує сільгоспвиробників шукати шляхи оптимізації використання ресурсів, в першу чергу води та мінеральних добрив, для отримання максимальних врожаїв при мінімальних витратах. Це завдання вже не вирішується старими звичними методами та потребує нових технологічних рішень. Тому розумні сільгоспвиробники прагнуть залучати сучасні технології для виробництва сільськогосподарської продукції.

Такими технологіями є моніторинг посівів за допомогою дронів та аналізу супутникових зображень та виявлення проблемних зон для своєчасного реагування, прогнозування врожаїв за даними моніторингу посівів, метеорологічними даними та результатами аналізу ґрунтів, створення карт продуктивності полів для диференційованого внесення добрив та обробки пестицидами, використання IoT датчиків для збору інформації про ґрунти та розумного зрошення тощо. Очікуваний ефект від впровадження технологій точного землеробства полягає у підвищенні продуктивності виробництва на 15-35% [5] при одночасному зниженні використання ресурсів та навантаження на навколишнє середовище.

Однак впровадження сучасних технологій має 2 суттєві проблеми - фінансову та кадрову. Технології точного землеробства та автоматизація виробництва не лише дорожчі за традиційні сільськогосподарські практики, а й є набагато вимогливішими до кваліфікації працівників. Їх застосування потребує спеціальних фахових знань, умінь та навичок з використання та обслуговування техніки, а також зі збирання, обробки та інтерпретації інформації. Відповідно, в професійному середовищі сільгоспвиробників, як на рівні крупних агрохолдингів так і на рівні малих фермерських господарств сформувався запит на працівників, що володіли б знаннями та навичками в сфері точного землеробства. Причому, враховуючі «сімейний» характер фермерства в Європі, та вікову структур працівників, існує великий попит саме на перекваліфікацію чи отримання додаткової кваліфікації в рамках рекваліфікаційних курсів. Враховуючи тенденції, цей попит з часом буде постійно зростати.

У відповідь на попит, навчальні заклади у всьому світі вже пропонують нові спеціалізації в галузі точного землеробства та курси з можливістю отримання відповідних кваліфікаційних сертифікатів. Наприклад, з грудня 2024 року в

Чеській Республіці були прийняті нові освітні стандарти з 4 нових спеціальностей в галузі точного землеробства. Освітній рівень Спеціаліст - спеціальності «Механізатор точного землеробства в рослинництві», «Технік з обробки даних в точному сільському господарстві», «Агроном з точного землеробства» та рівень «Магістр» - «Сільськогосподарській радник з точного землеробства в рослинництві». Крім того, міністерство землеробства фінансує проведення регулярних освітніх онлайн та офлайн семінарів спрямованих на навчання зацікавлених осіб, перш за все працівників агропідприємств, в галузі новітніх агротехнологій та інформування об актуальних змінах законодавства.

Треба сказати, що спеціалізація «Точне землеробство» (Precision Agriculture) пропонується для вибору в аграрних коледжах та університетах майже кожного штату США. В Європейських університетах навчальні програми в сфері точного землеробства та цифрового сільського господарства (Digital agriculture) наразі є лише в деяких університетах, але зростаючий попит на сучасну аграрну освіту має бути задоволений, отже слід очікувати відкриття таких спеціальностей в навчальних закладах по всій Європі.

Україна, як аграрна держава, також має відповідати сучасним освітнім тенденціям в аграрній науці. Однак, для того, щоб надавати якісні освітні послуги з цифрового сільського господарства викладачі аграрних спеціальностей України мають відповідно підвищувати власну кваліфікацію і найкращим шляхом для цього можуть стати спільні освітні проекти з провідними навчальними закладами країн Європи та США.

Література

1. Agriculture statistics - family farming in the EU. Eurostat. Statistics Explained. October, 2023. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agriculture_statistics_family_farming_in_the_EU.
2. Зінчук Т.О., Куцмус Н.М. Спільна аграрна політика ЄС на 2023— 2027 рр.: амбіції і релевантність Цілям сталого розвитку. Економіка України. 2023. № 11. С. 76—96.
3. Regulation (EU) 2021/2115 of the European Parliament and of the Council of 2 December 2021 establishing rules on support for strategic plans to be drawn up by Member States under the common agricultural policy (CAP Strategic Plans) and financed by the European Agricultural Guarantee Fund (EAGF) and by the European Agricultural Fund for Rural Development (EAFRD) and repealing Regulations (EU) No 1305/2013 and (EU) No 1307/2013. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2021/2115/2024-05-25>
4. European Environment Agency. Climate Change Threatens Future of Farming in Europe. 4.0.9.2019, modified 23.11.2020. www.eea.europa.eu/highlights/climate-change-threatens-future-of.
5. Farmonaut. Revolutionizing Agriculture: How Precision Farming and Agritech Innovation Are Transforming Global Trade And.” Farmonaut®. January 5, 2025. <https://farmonaut.com/precision-farming/revolutionizing-agriculture-how-precision-farming-and-agritech-innovation-are-transforming-global-trade-and-productivity/>.

ЕКОЛОГІЧНА СКЛАДОВА У НАВЧАННІ МАГІСТРІВ-БІОЛОГІВ (СУЧАСНИЙ ЕТАП ТА СТРАТЕГІЯ РОЗВИТКУ)

Безроднова О.В., канд. біол. наук, доцент

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

Останні десятиріччя екологія все більше набуває значення не просто, як окрема комплексна дисципліна, а як фундаментальна основа широкого спектру дисциплін (природничих, соціальних, економічних, технічних тощо). Причиною цього є те, що ми живемо в епоху глибокої трансформації стосунків між людиною і середовищем її існування. Наразі різноманітні екологічні виклики (механічне, біологічне, хімічне, радіаційне забруднення, деградація екосистем, втрата біорізноманіття, зміна клімату тощо) не просто предмет наукового інтересу, а питання нашого виживання. У сучасному світі, де екологічні виклики стають все більш актуальними, не викликає сумніву при підготовці здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня наявність екологічної складової, як невід'ємної частини навчального процесу.

Для реалізації цього дуже важливим є участь студентів у програмах обміну, зокрема, таких як Erasmus+, а також обмін досвідом навчання з університетами, де впроваджується екологічна освіта. Так у Швеції екологічна та кліматична проблематика є наскрізною темою в усіх освітніх програмах, незалежно від спеціальності. Заслуговує на увагу досвід Лундського університету, де навчають за міждисциплінарною магістерською програмою, яка поєднує біологію, економіку, право і політику сталого розвитку, зосереджена на проблемах від локального до глобального рівня [1]. Студенти набувають наступних компетенцій:

- здатність інтегрувати знання між дисциплінами, розуміти та аналізувати виклики та проблеми сталого розвитку з різних точок зору, включаючи системний/цілісний підхід та відповідні інструменти;
- здатність підтримувати теоретичне обґрунтування та епістемологічну/онтологічну орієнтацію в дослідженні, критично осмислювати та оцінювати фундаментальні припущення, що лежать в основі різних процесів, як біологічних, так і політичних;
- здатність успішно спілкуватися та поширювати знання та дослідження, як серед спеціалізованих, так і неспеціалізованих аудиторій, виявляти гнучкість у роботі в міжкультурних та міждисциплінарних командах;
- здатність працювати як на стратегічному, так і на операційному рівні.

Біологів навчають вирішувати екологічні виклики у співпраці з урядом, бізнесом і громадянським суспільством. Аналогічну підготовку дають в університетах Нідерландів. Wageningen University & Research є одним з провідних екологічних центрів Європи. Тут також вважають, що біологічні проблеми знаходяться на передньому краї технологічного прогресу у сучасному суспільстві, а розуміння складності біологічних систем у масштабах від окремих

молекул до цілих екосистем є унікальним інтелектуальним викликом для сучасних біологів. Використовуються проєктно-орієнтовані методи навчання, включаючи реальні кейси зі збереження видів або управління територіями Natura 2000 [2]. Таким чином, міжнародна практика показує, що екологічна складова в магістерській біологічній освіті є необхідною умовою для підготовки фахівців нового покоління. Підготовка повинна базуватися на міждисциплінарності, цифрових технологіях і мати зв'язок з реальними проблемами та розвиватися через партнерства, мобільність і відкритість до глобальних викликів. Цей досвід може бути адаптований в українському освітньому середовищі.

Фундамент екологічних знань на біологічному факультеті Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна закладається ще на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти. Цьому сприяє, насамперед, загальний курс «Біоекологія». Екологічні аспекти інтегровані у загальні курси з вивчення ботаніки, зоології, мікології, мікробіології, ґрунтознавства, фізіології і біохімії рослин, фізіології людини і тварин, генетики. Наприклад, обговорюються екологічні наслідки генної модифікації організмів, розглядається роль мікробіому у функціонуванні ґрунтових екосистем, вивчаються різноманітні еколого-систематичні групи тварин і рослин, їх особливості будови та функціонування тощо.

Особлива увага екологічним аспектам приділяється на кафедрі ботаніки та екології рослин. Окрім вибіркової дисципліни «Екологічні проблеми сучасності», екологічну складову мають майже всі спецкурси і спецпрактикуми. У деяких курсах є окремі теми екологічного спрямування: «Екологічні аспекти ботанічної географії» («Ботанічна географія»); «Типові представники різних життєвих форм та еколого-субстратних груп лишайників різних регіонів України. Рідкісні види та види лишайників, що занесені до Червоної книги України» («Ліхенологія»). В інших курсах екологічна складова міститься у практичних роботах: створення класифікаційної схеми антропогенних чинників, що впливають на скорочення ареалів за результатами інформації про ареали рідкісних рослин з Червоної книги України («Ботанічна географія»); створення проєкту клумби або альпійської гірки з декоративних рослин з урахуванням їх еколого-біологічних характеристик («Ландшафтний дизайн»); екологічна диференціація рослинних угруповань за допомогою тривимірної ДСА-ординації із застосуванням програми R-PROJECT та виявлення провідних факторів диференціації на підставі аналізу результатів ординації синтаксонів за основними показниками середовища; («Синекологія і синтаксономія»).

У курсі «Синекологія і синтаксономія» темами семінарських занять є: «Еколого-динамічні зміни рослинних угруповань як механізм підтримання сталості рослинного покриву» та «Оптимізація стану природних та штучно створених фітоценозів (сучасні проблеми і можливі шляхи їх вирішення)». У дистанційному курсі «Проектування та ПС-аналіз екосистемних послуг» передбачено активність «Форум», де учасники мають можливість поділитися інформацією за такими темами: «Різноманіття екосистемних послуг на сучасному розвитку суспільства». «Нормативно-правова база, на підставі якої

проводиться проектування та надання екосистемних послуг». «Напрямки і методичні підходи проведення ГІС-аналізу екосистемних послуг».

Як відомо, інтеграція у навчанні є процесом встановлення зв'язків між структурними компонентами змісту в рамках певної системи освіти з метою формування цілісного уявлення про світ. Інтеграція екологічних знань у біологічну освіту дозволяє студентам:

- розуміти складні екосистемні процеси;
- аналізувати вплив антропогенних факторів на біорізноманіття, на стан і сталість екосистем та їх окремих складових;
- розробляти стратегії збереження та відновлення природних ресурсів.

Від того, як ми готуємо майбутніх біологів, багато в чому залежить, яким буде майбутнє науки, освіти і суспільства загалом. Стратегічними завданнями при підготовці здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня на біологічному факультеті є

- здійснення подальшої інтеграції екологічного мислення в усі загальні курси, за можливості здійснювати розширення і поглиблення екологічної складової у спецкурсах, запроваджувати навчальні модулі з основ екополітики, екологічної етики, екопросвіти;

- більше уваги приділяти співпраці з міжнародними екологічними організаціями, розвитку екологічного волонтерства, як інструменту залучення студентів до вирішення реальних проблем;

більше взаємодіяти з органами влади і бізнесом, діяльність яких може вплинути на вирішення певних екологічних проблем, що дозволить залучити студентів до реалізації реальних екологічних проєктів і набути практичного досвіду.

Література

1. LUMES. International master's programme in environmental studies and sustainability science. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.lumes.lu.se/> (дата звернення: 23.04.2025)
2. Wageningen University & Research Електронний ресурс. Режим доступу: <https://sal0.li/faA9BBf> (дата звернення: 23.04.2025)

ВИКОРИСТАННЯ KEYС-МЕТОДУ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ СТУДЕНТІВ

*Літвак О.А., канд. екон. наук, доц., Літвак С.М., канд. техн. наук, доц
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна*

Сучасне суспільство вимагає від молодого покоління не лише професійних знань та навичок, а й високого ступеня екологічної відповідальності. Формування екологічної культури студентів стає найважливішим завданням системи освіти, оскільки саме студентство – активна та мобільна частина населення, здатна впливати на майбутній екологічний стан суспільства.

На фоні глобальних екологічних проблем – зміни клімату, забруднення довкілля, втрати біорізноманіття – зростає необхідність формування екологічно орієнтованого мислення у молоді [1].

Екологічна культура є невід'ємною частиною загальної культури особистості, вона включає систему знань про навколишнє середовище, усвідомлення відповідальності за її збереження, а також практичну готовність до екологічно безпечної поведінки. Це цілісна система, що поєднує у собі екологічну свідомість; моральні та етичні установки; активну життєву позицію; готовність до природоохоронної діяльності та здатності до прийняття рішень відповідно до принципів сталого розвитку.

Навчальні заклади відіграють ключову роль формуванні екологічної культури. Саме в період студентства відбувається активне становлення світогляду, що робить вищий навчальний заклад ефективним майданчиком для впровадження екологічних принципів [2]. Важливими напрямками, що реалізуються в рамках вищої освіти є:

- впровадження екологічного компонента у навчальні програми. Незалежно від спеціальності, студенти повинні отримувати базові знання з екології та сталого розвитку;
- науково-дослідницька діяльність. Участь у екологічних проектах, конференціях, конкурсах стимулює інтерес до проблем довкілля;
- використання інформаційно-комунікаційних технологій – цифрових платформ, додатків та онлайн-курсів з екології;
- позанавчальна діяльність. Волонтерські акції, «зелені» ініціативи, еко-фестивалі формують практичні навички природозберігаючої поведінки;
- особистий приклад викладачів – демонстрація екологічно відповідальної поведінки педагогами дуже впливає на студентів.

При формуванні екологічної культури студентів ефективно задіювати такі рівні активності:

- активність відтворення – характеризується прагненням студента зрозуміти, запам'ятати, відтворити екологічні знання, опанувати способи їх застосування за зразком;

- активність інтерпретації – пов'язана з прагненням студента досягнути зміст досліджуваного, встановити зв'язки, опанувати способи застосування екологічних знань у змінених умовах;

- творча активність (передбачає спрямованість студента до теоретичного осмислення екологічних знань, самостійного пошуку вирішення проблем, інтенсивного прояву пізнавальних інтересів).

Кейс-метод (від англ. case study), або метод ситуаційного аналізу – це один із найбільш ефективних та поширених методів організації активної пізнавальної діяльності студентів при формуванні екологічної культури [3]. Кейс-метод – це навчальний підхід, який ґрунтується на вивченні конкретних ситуацій або проблем, що дозволяє учасникам аналізувати та розв'язувати їх. Він розвиває здатність до аналізу екологічних завдань. Зіткнувшись із конкретною ситуацією, студент повинен вирішити: чи є в ній проблема, в чому вона полягає, визначити своє ставлення до ситуації [4, 5].

Існує кілька видів кейс-методу, кожен із яких має свої особливості і може бути використаний залежно від цілей навчання (табл. 1).

Таблиця 1.

Основні види кейс-методу

Назва	Мета	Особливості	Приклад
Описові кейси (Descriptive cases)	Ознайомлення з реальною ситуацією	Студентам надається опис ситуації без необхідності ухвалення конкретного рішення. Це допомагає розвивати аналітичне мислення та розуміння проблеми.	Приклад забруднення водоймища промисловим підприємством
Аналітичні кейси (Analytical cases)	Аналіз проблеми та причин її виникнення	Потрібно виявити ключові фактори, причини та наслідки. При цьому формується системне мислення.	Аналіз наслідків вирубування лісів для біорізноманіття регіону
Проблемні кейси (Problem-solving cases)	Пошук шляхів вирішення проблеми та прийняття рішень	Містять протиріччя чи конфлікти інтересів. Формують уміння приймати обґрунтовані екологічні рішення.	Вибір оптимальної системи поводження з відходами для університету чи підприємства.
Рольові кейси (Role-play cases)	Розвиток комунікативних навичок, емпатії та критичного мислення	Студенти отримують ролі (еколог, підприємець, мешканець тощо) та беруть участь у моделюванні ситуації та прийнятті рішень.	Громадські слухання щодо будівництва сміттєпереробного заводу
Кейси прийняття рішень (Decision-making cases)	Розробка та обґрунтування конкретного рішення	Ситуація потребує вибору одного з кількох варіантів. Формується відповідальність за екологічні наслідки рішень.	Вибір між джерелами енергії для міста (сонячна, вугільна, атомна).
Дослідницькі кейси (Research cases)	Пошук інформації, проведення міні-дослідження	Вимагають самостійного збору даних та аналізу. Розвивають навички наукового дослідження.	Дослідження рівня забруднення повітря у конкретному районі.

Методичні рекомендації щодо застосування кейс-методу можна визначити наступним чином:

- при виборі кейсу необхідно враховувати рівень підготовки студентів та актуальність теми, що розглядається;
- важливо забезпечити наявність дискусійного потенціалу в кейсі – кілька рішень, позицій, конфлікт інтересів;
- обговорення має відбуватися з активною участю всіх студентів, з подальшим рефлексивним аналізом;
- ефективним є поєднання кейс-методу з іншими формами активного навчання: рольовими іграми, дебатами, проектною діяльністю.

При визначенні переваг кейс-методу в екологічній освіті, треба відзначити наступне. Екологічні кейси часто ґрунтуються на сучасних викликах: забруднення навколишнього середовища, зміна клімату, дефіцит ресурсів тощо. Це робить навчання значущим та наближеним до реальності. При аналізі кейсу студенти навчаються оцінювати різні точки зору, виявляти причинно-наслідкові зв'язки та пропонувати виважені рішення. Екологічні проблеми, як правило, торкаються різних сфер: економіки, права, соціології, біології. Кейс-метод сприяє інтеграції знань із різних галузей. Обговорення кейсів у групі розвиває комунікативні навички і вміння працювати у команді.

Таким чином, кейс-метод є ефективним інструментом формування екологічної культури студентів, його застосування формує стійку мотивацію до екологічно відповідальної поведінки; розвиває критичне мислення та здатність до системного аналізу; допомагає розуміти реальні екологічні проблеми та вміти приймати рішення в умовах невизначеності.

Сучасна освіта має не лише передавати знання, а й формувати ціннісні орієнтири, сприяти розвитку відповідального ставлення до навколишнього середовища при підготовці майбутніх фахівців, незалежно від їхньої професійної спрямованості. Тільки так можна підготувати покоління, здатне вирішувати виклики сучасного світу із турботою про довкілля.

Література:

1. Мартін А. Екологічна освіта як складник сталого розвитку природи й суспільства. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2022. Вип. 52, том 2. С. 223–226.
2. Літвак О.А. Екологічна освіта молоді в контексті розвитку циркулярної економіки. *Перспективи та інновації науки*. 2022. № 7(12). С. 240–252.
3. Пашенко Т.М. Кейс-метод як сучасна технологія навчання спеціальних дисциплін. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/32309421.pdf>.
4. Duong Thi Huong, Huong Ngo Thi Tan. Ecological Culture and Educational Issue of Ecological Culture – Motivation for the Human Development. *American Journal of Educational Research*. 2018. № 6 (6). P. 694–702.
5. Spínola H. Environmental Culture and Education: A New Conceptual Framework. *Creative Education*. 2021. Vol.12 No.5. P. 983–998.

ЕКОЛОГІЧНА СВІДОМІСТЬ ЯК КЛЮЧОВИЙ РЕЗУЛЬТАТ ЕКОЛОГІЧНОГО ВИХОВАННЯ

Логвіненко І.М.

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

Щоб вижити, людство повинно навчитися жити на Землі по новому. Адже екологічні проблеми не можна розглядати поза урахуванням усіх процесів, що відбуваються в людському суспільстві. Діяльність людини дуже часто негативно впливає на саму людину й на середовище, в якому вона перебуває. Виявилось, що проблеми екологічної кризи тісно пов'язані з кризою свідомості та проблемою руйнування культури. У кожного з нас повинно бути розвинене почуття любові до природи, усвідомлення необхідності поваги до всього живого, турботи про нього, а найголовніше – здатність передбачати наслідки своєї поведінки в природному середовищі, домагатися гармонійного співіснування з природою. Сьогодні зростає значимість і необхідність формування екологічної свідомості підростаючого покоління через екологічну освіту: навчання, виховання. [1].

Екологічна свідомість — це поєднання знань про навколишнє середовище, особистісного ставлення до природи та усвідомлення ролі людини в системі «людина–довкілля». Вона включає готовність до вчинків, спрямованих на збереження природи, або утримання від дій, що можуть їй зашкодити, а також ставлення до екологічної політики та участі в екологічних ініціативах.

Ціннісні орієнтири, у середовищі яких розвивається особистість, відіграють важливу роль у формуванні певного типу екологічної свідомості. Залежно від світоглядної позиції, екологічність може мати різні форми: антропоцентричну, де головну роль відіграють потреби людини, що виправдовує використання природних ресурсів для власного блага; природоцентричну, яка ставить природу вище за людину і визнає її пріоритетність у системі цінностей; та екоцентричну, що прагне до гармонійного балансу між розвитком суспільства і збереженням природи. Окрім світоглядної основи, на тип екологічної свідомості впливають рівень знань, умінь і навичок людини. У цьому контексті виділяють альтруїстичний тип – люди, які свідомо використовують свої знання на користь довкіллю; нейтральний тип, що характеризується відсутністю мотивації до екологічно відповідальної поведінки; та прагматичний тип, представники якого діють виключно у власних інтересах, навіть якщо це шкодить природі. Тип і рівень екологічної свідомості прямо впливають на екологічну поведінку людини, її здатність приймати рішення, що або шкодять довкіллю, або навпаки – сприяють його збереженню. Формування екологічної свідомості зумовлене впливом багатьох чинників на її ключові компоненти – поведінковий, емоційний та когнітивний. На цей процес впливають культура, традиції, особистий досвід і потреби, а також соціальне середовище, у якому перебуває індивід і перш за все освіта [1,2].

Один із шляхів вирішення проблеми екологічної кризи лежить саме у площині освіти. Суспільство має переглянути своє ставлення до природи, гармонізувати свої відносини з природою. Для цього необхідно, щоб екологічна культура стала невід'ємною якістю освіченого громадянина. Тому потрібно:

- виховувати екологічну культуру учнів, дбайливе ставлення до природи рідного краю ;
- формувати екологічну свідомість та відповідальне ставлення до довкілля і бажання брати участь у природоохоронній діяльності;
- закріпити правила поведінки в природі;
- привернути увагу громадськості до вивчення та розв'язання проблем екології.

Головне, що діти повинні набувати власний досвід вирішення екологічних проблем на рівні своєї родини, школи, своєї місцевості. Це дасть їм впевненість у своїх силах, підвищить їх соціальну активність. Тому що екологічне виховання передбачає розкриття сутності світу природи – середовища перебування людини, яка повинна бути зацікавлена у збереженні цілісності, чистоти, гармонії в природі. Це передбачає вміння осмислювати екологічні явища, робити висновки про стан природи, розумно взаємодіяти з нею. ті.

Практичні результати екологічної освіти виражаються в здатності та готовності приймати рішення, робити вибір на соціальному рівні: «Чому треба вимикати світло? Які товари купувати? Чому потрібно економно відноситися до води, що тече з крану?». Екологічне виховання – це систематична педагогічна діяльність, спрямована на розвиток в учнів екологічної культури. Екологічне виховання поділяється на чотири підгрупи: виховання екологічної культури, формування екологічного мислення, формування екологічної свідомості, формування екологічного світогляду [3].

Завдання екологічного виховання сприяти накопиченню екологічних знань, виховувати любов до природи, прагнення берегти, примножувати її, формувати вміння і навички діяльності в природі. Діти, які зростають у середовищі екологічного виховання, як екологічно свідомі мають потенціал сформувати нове суспільство, де пануватимуть зелені сади, доглянуті парки та гармонійні з природою відносини.

Екологічне виховання здійснюється на всіх етапах навчання у школі, на кожному з яких ставлять певну мету, завдання, добирають відповідну методику з огляду на вікові особливості школярів.

Перший етап (молодші школярі) – формуються перші уявлення про навколишній світ, про живу і неживу природу, про ставлення до природи, що виявляється в конкретній поведінці на емоційному рівні.

Другий (5– 7 класи) і третій (8– 9 класи) етапи передбачають накопичення знань про природні об'єкти, закономірності розвитку та функціонування біологічних систем, аналіз і прогнозування нескладних екологічних ситуацій, закріплення нормативних правил поведінки в навколишньому середовищі. Поглиблюються і розширюються знання про явища і закони природи,

розкриваються причини екологічної кризи та обґрунтовуються шляхи збереження природних комплексів.

Четвертий етап (10– 11 класи) – завершується узагальнення здобутих екологічних знань, здійснюється моделювання простих кризових ситуацій. У навчальні програми запроваджують інтегровані курси різних природничо– екологічних дисциплін.

Екологічне виховання має безліч переваг: воно не потребує значних фінансових вкладень, але при цьому є надзвичайно дієвим, оскільки саме в дитячому віці закладаються основи поведінки на майбутнє, які, до того ж, можуть передаватися від покоління до покоління. І, безумовно, воно відмінно справляється зі своїм головним завданням – зниженням негативного впливу людини на природу [4].

Література

1. Кряж І.В. Екологічна стурбованість як умова екологічно відповідальної поведінки / Кряж І.В., Баєва К.О. // Актуальні проблеми психології: Збірник наукових праць Інституту психології імені Г.С. Костюка НАПН України. – Житомир, 2016. – Том VII. Екологічна психологія. – Випуск 41. – С.180- 190
2. Набочук О.Ю. Розвиток екологічної свідомості особистості: актуальність проблеми // Проблеми сучасної психології. 2013. - Випуск 20. - С. 449-463.
3. Вовк Т.В., Марова С.Ф. Екологічна освіта в школі: аналіз наукових парадигм і підходів. // Держава та регіони. Серія: Державне управління, 2016. №4 (56). — С. 32-35 http://pa.stateandregions.zp.ua/archive/4_2016/9.pdf
4. Грінь С. О., Довбишова Н. О., Мананкова В. Л. Екологічне виховання дітей як внесок у майбутнє планети // Молодий вчений. – 2016. – № 12 (39). – С. 412–413. <http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2016/12/100.pdf>

РЕКОНСТРУКЦІЯ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД М. ІВАНО-ФРАНКІВСЬКА

*Мандрик О.М., д. т. наук, проф., Хованець М.Т., аспірант
Івано-Франківський національний університет нафти і газу
м. Івано-Франківськ, Україна*

Забезпечення екологічної безпеки гідроекосистем регіону Прикарпаття є одним із пріоритетних завдань сучасної екополітики. Значна частина забруднень водних об'єктів пов'язана з недосконалістю систем очищення стічних вод. Особливу загрозу становлять осади стічних вод, які не лише перевантажують очисні споруди, а й часто є джерелом вторинного забруднення.

Щорічно в Україні на одну людину витрачається близько 55 м³ води, що в сукупності з діяльністю промислових та комунальних підприємств призводить до утворення значних об'ємів стічних вод та осадів. Івано-Франківська область з її густою мережею річок та високим рівнем урбанізації, є зоною екологічного ризику. Мулові майданчики переповнені, а частина відходів не утилізується роками, що створює загрозу затоплень, забруднення ґрунтів і вод.

Тому метою дослідження є обґрунтувати та удосконалити ефективні методи очищення стічних вод і утилізації осадів задля підвищення екологічної безпеки гідроекосистем Прикарпаття. Об'єктом дослідження є каналізаційні очисні споруди м. Івано-Франківська. Предметом – технології очищення стічних вод та обробки осадів із подальшою утилізацією.

Реконструкція каналізаційних очисних споруд м. Івано-Франківська проводиться відповідно до вимог нормативних документів: ДБН 360-92* «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень» та «Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами» (Постанова Кабінету Міністрів України № 465 від 25.03.99). Середній об'єм стічної води, що надходить до каналізаційних очисних споруд м. Івано-Франківська складає 90 000 м³/добу.

Об'єм суміші стічної та дощової води, що перевищує 5400 м³/год, в рамках нормальної роботи не повинен потрапити у процес очищення стічної води. Необхідність відведення вищевказаного надлишку води викликана вимогою забезпечити стабільний процес очищення стічної без його перевантаження.

Стічна вода з міста потрапляє на очисні споруди по двох колекторах діаметром 2000 та 1200 мм. За добу станція приймає 80-84 тис. кубометрів нечистот. Очищення стоків відбувається у два етапи: механічна та біологічна очистки. Механічна очистка поділена ще на три етапи. На першому етапі решітки виловлюють сміття, яке приходить із стічною водою, на другому – аеровані пісколовки видаляють з неї пісок, що потрапляє у сплавну каналізацію центральної частини міста, коли падають дощі або тане сніг. Третій етап – це первинні радіальні відстійники, де вода очищується від таких собі завислих речовин та жирових накопичень, які ще зашилися. «За рахунок різкого зниження

швидкості відбувається розділення. Завислі речовини осідають на дно, а жир спливає вгору.

Надлишок води за допомогою нового запроектованого самопливного сталевих трубопроводу Ду1000 буде надходити від камери до резервуару для зберігання дощової води. В якості резервуару для зберігання дощової води передбачається використання існуючого прямокутного аеротенка-відстійника, який через недостатню кількість стічної води в подальшому не буде використовуватися для процесу біологічного очищення. Розміри даного резервуару: 120*18,5*4,65м. Місткість цього резервуару складає близько 12 000 м³, що повинно відповідати вищенаведеним вимогам. Корисний об'єм резервуару становить 8 000 м³. Також передбачається промивання дна резервуару технічною водою за допомогою пожежних гідрантів, встановлених для цього на трубопроводах технічної води, розташованих по обидва боки від цього резервуару. Для цього передбачається прокладення системи нових трубопроводів технічної води від насосної станції.

Вода, що збирається в резервуарі для зберігання дощової води, буде поступово викачуватися двома встановленими заглибними насосами. Кожен насос має наступні параметри: $Q=216\text{ м}^3/\text{год}$; $H=9,7\text{ м}$; $P=9,0\text{ кВт}$. Передбачається, що один насос буде в роботі, а інший - в резерві. Час роботи цих насосів буде залежати від рівня стічної води в резервуарі. Для забезпечення нормальних умов праці під час обслуговування та ремонту заглибних насосів проектом передбачається встановлення консольного крану з ручним приводом вантажопідйомністю до 250 кг. Кран матиме дві опори, які дозволять його переміщення та встановлення біля місць монтажу заглибних насосів.

Якщо об'єму резервуара буде недостатньо, щоби прийняти кількість дощової води, потік стічної води за допомогою існуючої системи трубопроводів Ду 400мм буде спрямовано до існуючої камери, що забезпечує відведення очищеної стічної води до ріки Бистриці.

Розглянемо загальний опис технологічної схеми біогазово-енергетичного блоку каналізаційних очисних споруд м. Івано-Франківська:

- Змішаний (сирий та надлишковий) мул, зібраний в резервуарі переробляється в рамках процесу збродження (мезофільного анаеробного біологічного процесу) при температурі 37 – 38°C та терміні утримання більшому, ніж 22 дні.

- Газ метан, отриманий в ході процесу збродження, спалюється в газогенераторах когенераційної системи та завдяки цьому буде отримуватись електрична та теплова енергія.

- Газ метан буде повністю використовується для потреб газогенераторів, окрім приблизно 91 дня протягом зимового періоду, коли близько 10% біогазу спалюється в котельні об'єкту для забезпечення необхідного обсягу тепла для камер бродіння (метантенків) та соціальних потреб.

- Регеноvané тепло з системи охолодження когенераційних систем використовується для потреб систем обігріву камер бродіння, систем опалення каналізаційних очисних споруд та соціальної теплої води та інших цілей.

– Кожен біогазовий генератор оснащений синхронним електрогенератором, що виробляє електричну енергію для внутрішньої системи електропостачання каналізаційних очисних споруд. Одночасно через систему охолодження відбувається відновлення теплової енергії, яка може бути використана для обігріву камер бродіння (метантенків) та соціальних потреб.

– На випадок коли вся отримана тепла енергія не споживається системою опалення, передбачається система охолодження для надмірної теплової енергії.

– Ефективність газових генераторів може сягати приблизно 84,7%, а газових котлів – приблизно 94%.

– Після процесу бродіння передбачається зневоднення та знезараження використаного мулу.

– Для процесу знезараження мулу використовується оксид кальцію (CaO) в кількості $Q = 600 \text{ кг/Мг (т)}$ сухої маси мулу (приблизно 120 кг для однієї тони мулу з вмістом сухої маси 20%).

– Мул з вмістом сухої маси близько 20%, механічно змішується з кальцієм CaO у приблизному співвідношенні 600 кг CaO/т сухої маси мулу, внаслідок цього температура маси твердих біологічних речовин зростає вище, ніж 55°C , рівень рН сягне вище, ніж 12.

– Завдяки вищезгаданим умовам відбувається процес знезараження мулу та випаровування води, значна частина води випарується.

– Подальше зберігання мулу на спеціальному майданчику зберігання спричинить додаткову стабілізацію мулу і значно збільшить вміст сухої маси у твердій біологічній речовині до 50-60% та підвищить рівень рН, що дозволить зберігати тверді біоречовини протягом декількох місяців та надасть можливість використовувати їх для дорожнього будівництва тощо.

– Для автоматизації технологічного процесу очищення стічної води проектом передбачається запровадження автоматизованої системи керування технологічними процесами каналізаційних очисних споруд (АСК ТП КОС).

Отже, інтеграція сучасних технологій очистки стічних вод та переробки осадів у місті Івано-Франківську є дієвим шляхом підвищення рівня екологічної безпеки. Отримані результати можуть бути масштабовані для інших регіонів України.

Література

1. Природоохоронні технології. Ч.2: Методи очищення стічних вод / Петрук В. Г., Северин Л. І., Васильківський І. В., Безвозюк І. І.: навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2014. 254 с.

2. Гулевський В.Б . Проблеми очищення стічних вод. Сучасний стан та перспективи розвитку електротехнічних систем: матеріали І Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. пам'яті В.В. Овчарова , 20 травня – 04 червня 2020 р. Мелітополь:ТДАТУ, 2020.

ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

*Орфанова М.М., к. т. н., доц., Мандрик О.М., д. т. наук, проф.
Івано-Франківський національний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна*

Екопросвіта в Україні зазнає суттєвих змін. Екологічна свідомість як елемент розвитку особистості є важливим напрямком формування екологічної культури суспільства. Розвиток екологічної освіти спрямований на збереження навколишнього середовища і має відбуватись на принципах послідовності – від простих до складних і від елементарних уявлень до їхнього поглиблення.

Якщо проаналізувати останнє десятиріччя, то до питання екологічної свідомості в українському інформаційному просторі все більше пригортають уваги. Нещодавні дослідження показують, що досить багато людей вважають найбільш актуальною таку тему як зміна клімату. Сьогодні вже не переважає таке бачення, що довкілля і людина – це щось окреме. Розглядається, що людина є частиною природи і необхідно знайти баланс між розвитком людства та тим, що відбувається у навколишньому середовищі.

Екологічна культура включає в себе три складові елементи: відповідний рівень екологічних знань, свідомість і практичні навички. Саме сполучення цих трьох компонентів визначає ефект виховання екологічної культури. Таким чином, ефект виховання екологічної культури в молоді багато в чому обумовлений тим, наскільки екологічні цінності сприймаються саме підростаючим поколінням як життєво необхідні.

Екологічна освіта набуває особливостей в контексті сталого розвитку. Сталий розвиток природи й суспільства розглядається як безперервний освітній процес, який включає розширення знань, розвиток спеціальних навичок і формування цінностей, орієнтованих на здоровий спосіб життя в гармонії з природним середовищем [1].

Екологічна освіта має бути спрямована на формування екологічної свідомості особистості, починаючи з дітей та учнівської молоді [2]. Сьогодні підхід екологічного виховання все більш поширюється не тільки у навчальному середовищі, а й у виховній роботі в усіх закладах дошкільної та середньої освіти. За своєю суттю екологічна освіта повинна бути міждисциплінарною, охоплювати знання не тільки природничих наук, а й технічних і, навіть, гуманітарних. Словесні форми, саме через їх образність для висловлення емоцій та почуттів, є основними найпростішими чинниками на першому етапі формування особистості. Це перші кроки екологічного виховання, які допомагають розкрити взаємозв'язки навколишнього середовища, усвідомити вплив людини на природу та важливість збереження природи як середовища необхідного для життя людини.

Сьогодні створюється комфортне освітнє середовище, у якому викладання відбувається у співпраці з учнями / здобувачами. Викладач допомагає досягти їм

очікуваних результатів, обґрунтовувати та приймати рішення, творчо мислити та втілювати ідеї. Таким чином здобувачі набувають певних компетентностей та досягають програмних результатів навчання [3]. До того ж, конкурс наукових робіт дає змогу учнівської та студентської молоді долучитися до практичного вирішення міських екологічних проблем.

Для формування екологічно свідомого громадянина невід'ємною частиною роботи є просвітницька робота. Але буде недостатньо лише інформування населення про події у сфері екології. Необхідне залучення як громадян, так і суб'єктів господарювання до практичного вирішення екологічних.

Поширення екологічної інформації для підвищення рівня свідомості та ролі суспільства у вирішенні сучасних екологічних проблем на основі поширення інформаційних матеріалів та проведення освітніх заходів екологічного спрямування у навчальних закладах є необхідним кроком для прищеплення молодому поколінню екологічних знань. Кінцевим результатом екологізації освіти повинно бути проникнення сучасних екологічних ідей і цінностей в усі сфери суспільства.

Екологічна освіта – це постійний, безперервний, динамічний та тривалий процес. І екологічна освіта є ключовим інструментом сталого розвитку.

Література

1. Мартін А. М. Екологічна освіта в контексті сталого розвитку. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2025. (217), С. 336-339. Режим доступу: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2025-1-217-336-339>
2. Мандрик О. М., Мальований М. С., Орфанова М. М. Екологічна освіта для сталого розвитку. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2019. №1 (19). С. 130-139. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/335232106_EKOLOGICNA_OSVITA_DLA_STALOGO_ROZVITKU
3. Бордюг Н. С., Алпатова О. М. Система безперервної екологічної освіти і виховання: сучасні підходи та перспективи розвитку. *Наука і техніка сьогодні*, 2024. № 11 (39). С. 479-492. Режим доступу: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/743214/>.

МЕТОДИ ДОСЯГНЕННЯ ПРОГРАМНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ПРИ ОПАНУВАННІ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ОПТИМІЗАЦІЯ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ»

*Ричак Н.Л., канд. геогр. наук, доцент,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,
м. Харків, Україна*

Перед вищою освітою завжди стоять високі вимоги. Саме вища освіта у поєднанні з наукою та виробництвом мають можливість підготувати конкурентноспроможного фахівця для високотехнічного та інноваційного розвитку країни, забезпечення потреб суспільства, ринку праці [1]. У Національній доповіді викладені «Цілі сталого розвитку: Україна», що враховують розвиток України та підтримують проголошені резолюцією Генеральної Асамблеї ООН (2015 р.) глобальні цілі сталого розвитку до 2030 року. Для вищої освіти кожна із поставлених цілей – це кропітка повсякденна праця, націлена на довготривалий і очікуваний результат. Особливу увагу звертає на себе четверта ціль: «забезпечення всеохоплюючої і справедливої якісної освіти та заохочення можливості навчання впродовж усього життя для всіх» [2]. Особливої уваги заслуговують цілі 12: «забезпечення переходу до раціональних моделей споживання і виробництва»; та ціль 6: «забезпечення доступності сталого управління водними ресурсами», – розгляд, розуміння та забезпечення котрих є невід’ємною складовою навчальної дисципліни «Оптимізація природокористування». Ця дисципліна опановується за Освітньо-професійною програмою «Екологія» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти у багатьох закладах вищої освіти України.

Метою викладання навчальної дисципліни є формування професійних компетенцій у підходах до управління природними системами у контексті сталого розвитку, оволодіння основними шляхами екологізації природокористування, розуміння принципів класифікації і проблем використання природних ресурсів для створення сприятливого довкілля, збалансованого використання природно-ресурсного потенціалу.

Основними завданнями для здобувачів вищої освіти при опануванні дисципліною – стати професійно компетентними щодо утворення екологічного світогляду про єдність та тісний взаємозв’язок між компонентами природних систем, вміти приймати організаційні, нормативно-правові, природоохоронні та інші рішення, які забезпечують екологічно-безпечне функціонування природних систем для людини і довкілля.

Особливо важливим питанням оптимізації природокористування залишається екологізації виробництва.

У освітньо-професійній програмі першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності «Екологія» ННІ екології Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна зазначені загальні та фахові компетенції, які

плануються опанувати та програмні результати, які передбачається досягти бакалавру - екологу. Поняття «компетенція» та «програмні результати» трактуємо згідно Закону України Про вищу освіту [1]. До загальних компетентностей навчальної дисципліни «Оптимізація природокористування» віднесено: знання та розуміння предметної області та професійної діяльності. До фахових компетентностей віднесені: знання та розуміння теоретичних основ екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування; здатність обґрунтувати необхідність та розробляти заходи, спрямовані на збереження ландшафтно-біологічного різноманіття та формування екологічної мережі, зменшення негативного впливу від техногенно-змінених ландшафтів; здатність до участі в управлінні природоохоронними діями та/або екологічними проектами; здатність застосовувати екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та природокористування в професійній діяльності при реалізації положень державної екологічної політики [3].

Освітньо-професійна програма спеціальності 101 «Екологія» передбачає у процесі навчання здобувачів вищої освіти досягнення таких програмних результатів навчання: розуміти основні екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та природокористування; розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування; розв'язувати проблеми у сфері захисту навколишнього середовища із застосуванням загальноприйнятих та/або стандартних підходів та міжнародного і вітчизняного досвіду; брати участь у розробці проєктів і практичних рекомендацій щодо збереження довкілля.

У здобувачів вищої освіти, що опановують дану навчальну дисципліну є широкий перелік сучасної навчальної літератури: Т.А. Сафранов, А.В. Колісник, 2015р. та 2024 р.; В.П. Руденко, 2010, під ред. С.П. Сонька та Н.В. Максименко, 2015р., П.Г. Шищенко, О.П. Гавриленко, 2015р., П. Войтків, Є Іванов, 2021.

У процесі навчання – опанування фаховими компетенціями здобувачами вищої освіти, головним залишається результативність. У XXI столітті країни Болонського процесу в Європейському просторі вищої освіти практично повністю перейшли від моделі забезпечення якості шляхом визначення необхідних ресурсів до моделі забезпечення якості на основі результатів [4].

Для досягнення програмних результатів навчання важливими для застосування традиційно залишаються активні методи навчання. Вони спонукають здобувачів до активної розумової діяльності, розвивають критичне мислення при опануванні теоретичного матеріалу та практичної діяльності. Як зазначає Нагаєв В.М. (2021), що кожен з форм навчання можна зробити досить активною, якщо викладач розглядає організацію навчального процесу з точки зору принципів стимулювання студентів і бінарності. Серед форм активізації навчання – тематичні семінари, панельні дискусії, і, в першу чергу, проблемні лекції. Особливу увагу слід приділяти підбору актуальних питань та завдань для самостійної роботи з обов'язковим обговоренням, проведенням аналізу

конкретних ситуацій, акцентуванням на виникненні проблеми, пошуком її екологічно безпечного рішення.

Другою важливою складовою досягнення програмних результатів навчання є цільове використання електронних джерел, цифрових технологій, Сторони освітнього процесу, викладач і здобувачі освіти, постійно у пошуку сучасних, достовірних матеріалів, уточнених даних розміщення ресурсів, їх запасів, прикладів оптимізації використання різноманітних ресурсів суші і океану, їх економічна рентабельність.

Володіння діловою іноземною мовою – це стрімкий, впевнений крок у сучасну науку, це доступність до відкритих джерел інформації зарубіжних високореєтингових тематичних та науково-публіцистичних журналів, це дискусії із залученням світових досліджень, практик, прикладів вирішення викликів у природокористуванні та у вирішенні економічних викликів при оптимізації природокористування.

Наукові дослідження викладачів чи запрошених практиків-екологів, які працюють над питаннями оптимального природокористування в контексті сталого розвитку вже сьогодні, досліджують питання ресурсозберігання, екологізації природокористування, екосистемних послуг природних систем/корисних властивостей природних систем допомагають формувати програмні результати навчання. Фахівці у формі професійного діалогу в аудиторії, можливо на своєму робочому місці, або за допомогою віртуальної зустрічі діляться професійним досвідом, відповідають на гострі фахові запитання допитливої молоді. Бо не завжди є можливість отримати відповідь у автора найцікавішої фахової вітчизняної (зарубіжної) статті чи опублікованих досліджень.

Мотивація працювати за отриманою спеціальністю формується не тільки при вступі у ЗВО. У здобувачів вищої освіти досягнення програмних результатів навчання дає чітке розуміння професійної перспективи, впевненість у власній компетентності та переконаність у конкурентоздатності на ринку праці.

Література

1. Про вищу освіту: Закон України від 01.07.2014 № 1556-VII // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1556-18> (дата звернення: 16.04.2025).
2. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року : Указ Президента України від 30.09.2019 № 722/2019 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/722/2019> (дата звернення: 16.04.2025).
3. Освітньо - професійна програма «Екологія» перший (бакалаврський) рівень вищої освіти. Навчально-науковий інститут екології Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Харків, 2024. <https://ecology.karazin.ua/bachelor/101-ecology/> (дата звернення: 17.04.2025).
4. Про схвалення Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки: Розпорядження Кабінету Міністрів України; Стратегія, План від 23.02.2022 № 286-р // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/286-2022-%D1%80> (дата звернення: 16.04.2025).

ГЕОІНФОРМАЦІЙНА ОСВІТА В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ: МОЖЛИВОСТІ HUMANITARIAN OPENSTREETMAP TEAM

*Сараненко І.І., к.б.н., доц.
Херсонський державний університет,
м. Херсон, Україна*

У XXI столітті цифрові технології активно впроваджуються в освіту, змінюючи її зміст, методи та форми. Особливо актуальною стає геоінформаційна освіта, яка забезпечує навички просторового мислення, роботи з даними та формування екологічної свідомості. У контексті реалізації цілей сталого розвитку (ЦСР) цифрове картування набуває ключового значення. Одним з найяскравіших прикладів використання ГІС-освіти є діяльність Humanitarian OpenStreetMap Team (HOT), яка поєднує цифрові технології, волонтерство та міжнародне співробітництво.

Питання впровадження геоінформаційних систем у навчальний процес досліджували: Michael F. Goodchild (2007) запропонував термін «volunteered geographic information» (VGI), є одним з розробників концепції [1]; May Yuan, John McIntosh (2015) проводили аналіз використання ГІС-платформи в освітньому процесі [2]; Renee Sieber, Krystian Truffer (2016) вивчали розвиток публічних ГІС у контексті сучасного геопросторового інтернету [3]; Zook M., Graham M. (2020) поширювали та розвивали застосування OpenStreetMap під час гуманітарних криз [4]. Серед українських вчених відомі: Бревус С.М., Паламарчук Л.Б., які вивчають питання ГІС-освіти, цифрової картографії у навчальних закладах [5].

Humanitarian OpenStreetMap Team [6] є прикладом синергії між цифровими технологіями, громадянською активністю та освітнім процесом (табл. 1).

Таблиця 1 – Впровадження HOT в освіту у контексті сталого розвитку

№ з/п	Країна/ Region	Проект/Тема HOT	Реалізовані ЦСР	Результат/Освітні аспекти
1.	Уганда, Танзанія	мапування медичних установ	3, 6, 11	навчання локальних маперів, інтеграція до шкільних програм
2.	Непал, Індонезія	картографування зон ризику повеней	9, 13	використання STEM-освіти залучення здобувачів
3.	Гаїті, Домінікана	мапінг для реагування на землетруси	11, 16, 17	практичне ГІС-навчання у школах, робота з реальними даними
4.	Україна	освітні проекти YouthMappers, Missing Maps	4, 11, 17	впровадження шкільних гуртків з OSM, геоекологічні проекти
5.	Мозамбик, М'янма	картування доступу до чистої води	1, 6	уроки географії, практикуми з мапування

6.	Кенія, Філіппіни	проекти у рамках університетських лабораторій OSM	4, 9, 11	навчання здобувачів геоінформатиці, створення академічних карт для планування громад
7.	Німеччина, США	участь університетів у HOT та YouthMappers	4, 13, 17	інтеграція геоінформаційної освіти у бакалаврські та магістерські програми

Запропонована таблиця ілюструє реальні приклади впровадження HOT у деяких країнах із зазначенням ролі шкіл, університетів та локальних громад у просуванні геоінформаційної освіти. Для кожного випадку вказано відповідні цілі сталого розвитку та освітні результати, що демонструє можливості інтеграції HOT у формальне та неформальне навчання.

Humanitarian OpenStreetMap Team забезпечує унікальну платформу для реалізації практико-орієнтованої освіти у сфері сталого розвитку. Геоінформаційні технології сприяють формуванню критичного мислення цифрової та громадянської компетентності. Інтеграція HOT-проектів у навчальний процес дозволяє вивчати глобальні виклики через локальні приклади, залучаючи школярів та здобувачів до реальної творчої діяльності. В умовах діджиталізації освіти та зміни клімату така модель навчання є не лише актуальною, а й стратегічно важливою для формування екологічно свідомого громадянина.

Література

1. Goodchild, M.F. (2007). Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal* 69, 211–221. URL: <https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y> (дата звернення: 16.04.2025).
2. Yuan May, John Mcintosh (2015). GIS as a Narrative Generation Platform. URL: https://www.researchgate.net/publication/267212470_GIS_as_a_Narrative_Generation_Platform (дата звернення: 16.04.2025).
3. Kar B., Sieber R., Haklay M. & Ghose R. (2016). Public Participation GIS in the Era of GeoWeb. *The Cartographic Journal*, 53 (4), 296–299. URL: <https://doi.org/10.1080/00087041.2016.1256963> (дата звернення: 16.04.2025).
4. Herfort B., Lautenbach S., Porto de Albuquerque J. et al. (2021). The evolution of humanitarian mapping within the OpenStreetMap community. *Sci Rep* 11, 3037. URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82404-z> (дата звернення: 16.04.2025).
5. Бревус С.М., Паламарчук Л.Б. Використання ГІС як освітнього інструменту в київській Малій академії наук // *Вісник геодезії та картографії*, 2014, №4 (91). С. 45–47.
6. Humanitarian OpenStreetMap Team. URL: <https://www.hotosm.org/> (дата звернення: 16.04.2025).

КОМФОРТНЕ ЖИТТЯ В МАЛИХ МІСТАХ: ЕКОЛОГІЧНИЙ ТА СОЦІАЛЬНИЙ ПОТЕНЦІАЛ (НА ПРИКЛАДІ М. ЛЮБОТИН)

Щокіна М. М, аспірантка

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

Сучасні умови життя сприяють розвитку урбанізації та підвищенню антропогенного навантаження на великі міста, що, в свою чергу, залишає свій «відбиток» на екологічному стані довкілля. Розширення великих міст не може не позначитися на соціальному та економічному розвитку середніх та малих міст, які входять до груп міської агломерації, тому вивчення якості життя в середніх та малих населених пунктах набуває все більшої актуальності.

Для забезпечення комфортного, безпечного та екологічно збалансованого способу життя необхідно використовувати потенціал населених пунктів, Комфортне життя у малих містах охоплює комплекс складових: матеріальні умови, фізичний комфорт, екологічну безпеку, соціальне забезпечення. Стратегічний план розвитку малих міст безпосередньо впливає на психологічний стан населення, бо, на відміну від мегаполісів, малі міста здатні запропонувати більш спокійне, тихе середовище, чистіше довкілля, помірний темп життя, доступну взаємодію із зелено-блакитною інфраструктурою.

Аналіз комфортних умов життя у малих містах, неможливо провести не враховуючи територіальні, екологічні, економічні та соціальні фактори. Особливої уваги заслуговує аналіз такого малого міста, як Люботин Харківської області, потенціал якого може у перспективі стати прикладом малого міста сталого розвитку.

Люботинська територіальна громада багата на водойми та зелені насадження, що є передумовою для рекреаційних зон, екотуризму та відпочинку населення. Місто не перевантажене великими підприємствами, які негативно впливають на якість повітря та шумове забруднення. Близьке розташування від м. Харкова та добре розвинене транспортне сполучення з містом, забезпечують безперешкодні взаємини мешканців Люботина з мегаполісом. Місто також забезпечене соціально-побутовим сектором: лікарнями, дитячими садочками, школами, адміністративними центрами, магазинами, кофейнями, житлово-комунальною інфраструктурою тощо. Моніторинг екологічного стану міста показав, що є низька проблем з потенційними екологічними ризиками, які вимагають поглибленого дослідження. На території Люботинської громади виявлено відстійники від «Заводу кормових дріжджів», занедбане сміттєзвалище побутових відходів, несанкціоновані смітники у парках та лісах тощо. Кожний об'єкт вимагає окремого спостереження та аналізу, бо це несе загрозу забруднення ґрунту, водойм, ґрунтових вод, повітря.

Дослідження розпочато з зони «Заводу кормових дріжджів», з метою виявлення забруднюючих речовин від виробництва заводу. Він розташований у

південно-західній частині Люботинської громади, в селищі Караван. Екологічні дослідження щодо впливу цього заводу на довкілля у відкритих джерелах не виявлені, але враховуючи загальні екологічні ризики, пов'язані з виробництвом кормових дріжджів, можна визначити, аналізуючи досвід аналогічних підприємств та наукових публікацій [1]. Функціонування підприємства може супроводжуватися утворенням стічних вод, що містять органічні речовини, залишки сировини та хімічні реагенти. У разі недостатньої очистки ці стоки можуть потрапляти до місцевих водойм, спричиняючи евтрофікацію та погіршення якості води. На відстані 50-60 м на південь від «Заводу кормових дріжджів» знаходиться штучна водойма з назвою «Караванський 2». Цей водний об'єкт входить до басейну річки Мерефа та є першим ставком за течією у межах басейну р. Мерефа. Відстань від ставка «Караванський 2» та до зони з відстійниками приблизно 200 м, відстійники розташовані на північ від ставка. Дослідження полягає у отриманні результатів визначення якості води із водойми «Караванський 2». Мешканці Люботина користуються колодязями, свердловинами, джерелами, які розташовані поблизу забрудненого об'єкта або пов'язані струмками чи ґрунтовими водними потоками. Вода із водойм пов'язана із ґрунтовими водами та може впливати на якість питної води у м. Люботин, а це несе ризик захворювань внутрішніх органів у населення (печінки, нирок), серцево-судинної системи та сплеск отруєнь, кишкових інфекцій.

Перед початком дослідження якості води із ставка «Караванський 2», було проведено моніторинг попередніх досліджень. Виявлено, що є організації, які цікавляться та висловлюють занепокоєння щодо екологічного стану м. Люботин, наприклад, громадська організація «Zero Waste Kharkiv» [2]. Їх діяльність спрямована на підвищення екологічної усвідомленості місцевого населення, зменшення побутових відходів, впровадження технологій компостування відходів серед населення, моніторинг якості води водних об'єктів, питної та ґрунтових вод. На інтернет-ресурсі «Zero Waste Kharkiv» представлена інтерактивна водна мапа м. Люботина [2]. На мапі представлені всі водойми Люботинської громади (ставки, струмки, джерела) та колодязі з питною водою. До всіх водних об'єктів додаються результати аналізів води. Дослідження якості води було проведено у 2023 році. Також на мапі надано інформацію про зелені насадження Люботинської територіальної громади із біологічними характеристиками.

У рамках ініціативи «Zero Waste Kharkiv» на мапі водних ресурсів м. Люботина оприлюднено результати аналізу проб води зі ставка «Караванський 2» [2], який став об'єктом і нашого дослідження. Результати аналізів фізико-хімічних властивостей води із водойми «Караванський 2», що зроблені «Zero Waste Kharkiv» у серпні-жовтні 2023 р., у порівнянні з результатами отриманими під час наших досліджень (2024р.), показали наступне: показники кислотності рН знизились майже на 1, але залишаються у межах норми (ГДК 6,5–8,5); органолептичний показник підвищився на 1 бал і знаходиться на межі допустимого значення (ГДК 2 бали); нітрати підвищилися на 2 мг/дм³, але у межах допустимого (ГДК 5 мг/дм³), каламутність підвищилась

на 11од., цей показник у 2023 році і у 2024 році перевищував нормативне значення (ГДК не менше 3,5); жорсткість збільшилась на 4,46 ммоль/дм³, що перевищує гранично допустимий рівень (ГДК 7,0 ммоль/дм³); хлориди за рік мають підвищення на 297 мг/дм³, що перевищує нормативне значення (ГДК 350 мг/дм³). Також у 2024 році проведено аналіз води із ставка на лужність, показник становить 8,02 ммоль/дм³, що перевищує нормативи (ГДК 6,5 ммоль/дм³).

Аналіз проб води зі ставка “Караванський 2”, проведений “Zero Waste Kharkiv”, свідчить про задовільний екологічний стан водойми. Більшість досліджених показників відповідають встановленій гранично допустимій концентрації (ГДК). Підвищений показник каламутності може бути наслідком активного поверхневого стоку у водойму, скидання органічних речовин або від невідновленого джерела забруднення.

Отримані результати дослідження автора щодо якості води, яке було здійснено у вересні 2024 року, свідчать, що вода у водоймі «Караванський 2» за більшістю показників відповідає нормативам якості і має задовільний екологічний стан. Згідно з методикою віднесення масиву поверхневих вод [3] дані показники відповідають третій категорії («задовільно») якості води у водоймі. Однак перевищення ГДК за хлоридами, жорсткістю, лужністю та каламутністю свідчить про наявність локального антропогенного впливу, який потребує подальшого вивчення.

Можна припустити, що причини відмінностей у результатах двох досліджень за однаковими показниками це: дослідження відбувалося у різних умовах, у різні пори року або були невідомі фактори, які мали вплив на показники. Але ці результати можна прийняти, як дослідження динаміки за роками. Зважаючи на потенційні ризики від «Заводу кормових дріжджів», доцільно є приділити особливу увагу аналізу якості поверхневих та підземних вод (визначення вмісту органічних речовин, аміаку та інших показників), що можуть свідчити про забруднення та оцінці стану ґрунтів (виявлення можливих забруднень, пов'язаних із діяльністю заводу).

Література:

1. Кубріхт Є. О. Оцінка придатності для поливу сільськогосподарських культур відходів спиртового виробництва та їх вплив на рослини та ґрунтову мікрофлору : кваліфікаційна робота : спец. 201 – агрономія освітньо-професійна програма – агрономія / Євген Олегович Кубріхт ; наук. керів. к.с.-г.н., доц. С. О. Гойсюк. Тернопіль : ЗУНУ, 2023. 79 с.

2. Zero Waste Kharkiv [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zerowastekharkiv.org.ua/%d0%bf%d1%80%d0%be-%d0%bd%d0%b0%d1%81/> (дата звернення: 15.04.2025).

3. Про затвердження Методики віднесення масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного та хімічного станів масиву поверхневих вод...: наказ Міністерства екології та природних ресурсів України № 127/33098 від 05.02.2019

3. Природоохоронна діяльність та заповідна справа

УДК 504.5:678.5-024.17-022.513]:502.211(204)

ВПЛИВ МІКРОПЛАСТИКУ НА БІООРГАНІЗМИ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

*Крайнюков О. М., д-р геогр. наук, професор, Проненко М.О., аспірант
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
м. Харків, Україна*

Одна з гострих глобальних екологічних проблем сучасності це мікропластик. Мікропластик визначається як пластикові частинки діаметром менше 5мм.

Постійне збільшення виробництва пластику у світі та використання пластику у побуті безсумнівно призводить до забруднення довкілля мікропластиком.

Перше дослідження, в якому повідомлялося про наявність мікропластику у навколишньому середовищі, було проведено у Каліфорнії у 2011 р. Автор дослідження Чарльз Мур [1]. Мур та його колеги у своїй роботі «Кількість і тип пластикового сміття, що надходить із двох міських річок у прибережні води та пляжі Південної Каліфорнії» провели дослідження про рівні мікропластику в поверхневих водах річок Сан-Габріель, Лос-Анджелес та притоку Койот-Крік. За результатами цих досліджень було виявлено наступну закономірність. Рівень забруднення стічних вод пластиком залежать від різних погодних явищ. Збільшення рівня забруднення спостерігається зі збільшенням рівня опадів та навпаки [1]. Наприклад, згідно з дослідженнями, 5000 г поліетиленової тканини можуть виділяти до 6 мільйонів волокон під час циклу прання [2], а завантаження білизни вагою 6000 г може виділяти 700 000 волокон під час кожного циклу прання.

Мета цієї статі привернути увагу до проблеми поширення мікропластиків в Україні. Особливу увагу варто звернути на те, що мікропластик потрапляє у навколишнє середовище та безпосередньо у водні об'єкти у великих кількостях, особливо в країнах з економікою, що розвивається, до яких належить і Україна. Ці групи забруднюючих речовин поширені в екосистемах у вигляді різноманітних пластикових забруднювачів: упаковка з-під ліків та засобів особистої гігієни, пластикове сміття від упаковки продуктів харчування, упаковка від бутильованої води тощо. Ці відходи часто поширені у безпосередній близькості до водних об'єктів і таким чином разом зі стічними водами під час дощів та танення снігу потрапляють у водні об'єкти. Також мікропластик транспортується разом із стічними водами у водну екосистему через несанкціоновані звалища, які часто знаходяться у безпосередній близькості до водних об'єктів. Також слід зазначити, що пандемія COVID-19 додатково вплинула на збільшення кількості мікропластику в екосистемі, оскільки у цей період було вироблено значну кількість різних продуктів із пластику, що безсумнівно призвело до збільшення пластикових відходів [3]. Ці відходи в

основному складаються із засобів індивідуального захисту, таких як маски для обличчя та одноразові рукавички.

На цей час більшість дослідження щодо оцінки потенційного впливу мікропластику на прісноводні екосистеми в основному були спрямовані на вивчення гострої токсичності [4]. А дослідження хронічної токсичності проводилися в основному з використанням комерційних первинних мікропластиків однорідної форми (наприклад, мікрокульки, що мають розмір 5 мкм). Але слід усвідомлювати, що такі умови у звичайних природному середовищі не можуть бути відтворені. Навпаки, проведені дослідження оцінки та порівняння хронічної токсичності (21 день), у яких були використані синтезовані фрагменти мікропластику поліетилену та гранули комерційного поліетилену для *Daphnia magna* показали, що фрагменти мікропластику невеликого розміру суттєво знизили довжину тіла та кількість потомства *D. Magna* та значно знизили харчування водоростей в порівнянні з комерційними гранулами мікропластику. Результати, отримані в ході цих досліджень, свідчать, що фрагментований до часток мкм-масштабу мікропластик може становити більший екологічний ризик для водних організмів [5].

Перехід на використання біорозкладних пластиків мало на меті знизити навантаження природне середовище в тому числі і на водні екосистеми. Біорозкладні пластики з'явилися та були запропоновані як альтернатива звичайним пластикам, споживання та виробництво яких постійно зростає та відповідно зростає їх вплив на стан екосистеми. Однак полімолочна кислота, яка входить до складу біорозкладних пластиків починає розкладатися при температурі близько 58 °C. Так як у водних системах України такі температури не зустрічаються, розкладання біорозкладних пластиків несумісне з реальними умовами, що зустрічаються у водному середовищі. Отже, можна зробити припущення, що вони зберігаються у водному середовищі і поглинаються водними організмами, подібно до звичайних пластиків. Тому, коли водні організми вступають у контакт з біорозкладними пластиками, зберігається такий самий ефект як і при контакті зі звичайним мікропластиком, що може викликати великі фізичні або хімічні пошкодження і призвести до генетичних змін [6]. Деякі дослідження показали, що біорозкладні мікропластики також можуть мати токсичність, схожу на токсичність звичайного мікропластика для водних організмів. За даними досліджень які проводились D. Green [7], токсичність звичайного пластику поліетилену високої щільності та PLA схожі і може впливати на різноманітність, чисельність та біомасу устриць *Ostrea edulis*. В результаті проведених досліджень було виявлено, що полімолочна кислота надає несприятливий вплив на здоров'я водних організмів, таких як *Ostrea edulis*, *Daniorerio*, *Mytilus edulis*, *Microcosmosexasperates* і *Daphnia magna*, викликаючи різні токсичні ефекти, такі як окислювальний стрес, проблеми з репродуктивною функцією. Тривалий вплив мікропластика може впливати як на відтворення і окислювальний стрес, так і на експресію генів [6, 7].

Результати досліджень підтверджують, що мікропластик можна віднести до екотоксичних відходів (HP14) згідно з класифікацією відходів.

На даний момент в Україні практично відсутня політика, яка регулює моніторинг пластикових відходів, контроль наявності та концентрації мікропластику у водних об'єктах. Інформація про характер поширення мікропластика у водних об'єктах досить мізерна. Ігнорування цієї проблеми може призвести до катастрофічних наслідків у водних екосистемах. Мікропластик був визначений як токсикогенний для біотичних компонентів, тому важливо сфокусуватися на вивченні та застосуванні різних методів виявлення мікропластику у водних об'єктах та дослідженнях його екотоксичності. Інструментальні методи, які можуть бути використані для виявлення та кількісної оцінки мікропластику у водних об'єктах: інфрачервона спектроскопія, газова хроматографія/мас-спектрометрія (ГХ/МС), ядерний магнітний резонанс, гель-хроматографія. Одним із широко використовуваних спектроскопічних методів для ідентифікації полімерів є інфрачервона мікроспектроскопія з перетворенням Фур'є (μ -FTIR). Також важливо говорити про те, що необхідна розробка комплексного підходу щодо недопущення та видалення мікропластику з водних об'єктів.

Література

1. C.J. Moore, *et al.* Estartigoestá disponible. Journal of Integrated Coastal Zone Management, 11(1) (2011), pp. 65-73. URL: <https://www.aprh.pt/rgci/rgci194.html>
2. F. De Falco, *et al.* Evaluation of microplastic release caused by textile washing processes of synthetic fabrics. Environ. Pollut., 236 (2018), pp. 916-925 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749117309387>
3. B.R. Tiwari, *et al.* Microplastic pollution and associated health hazards: impact of COVID-19 pandemic. Current Opinion in Environmental Science & Health. 2023. Article 100480. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468584423000405>
4. Joorim Na, Jinyoung Song, Jerry CollinceAchar, Jinho Jung. Synergistic effect of microplastic fragments and benzophenone-3 additives on lethal and sublethal *Daphnia magna* toxicity. Journal of Hazardous Materials. 2021.Vol. 402. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389420318343>
5. Dahee An, Joorim Na, Jinyoung Song, Jinho Jung. Size-dependent chronic toxicity of fragmented polyethylene microplastics to *Daphnia magna*. Chemosphere. 2021.Vol. 271. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653521000618>
6. G. Anderson *et al.* Potential effects of biodegradable single-use items in the sea: polylactic acid (PLA) and solitary ascidians. Environmental Pollution. 2021.Vol. 268, Part A URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749120360528>
7. Dannielle Senga Green. Effects of microplastics on European flat oysters, *Ostrea edulis* and their associated benthic communities. Environmental Pollution. 2016. Vol. 216. Pp. 95-103. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749116304316>

РОЛЬ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО БУДІВНИЦТВА В ЗБЕРЕЖЕННІ ЕКОСИСТЕМ ПРИРОДООХОРОННИХ ТЕРИТОРІЙ ПРИКАРПАТТЯ

*Крижанівський Є.І., д. т. наук, проф., Угриновський І.Т., аспірант
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна*

Енергоефективне будівництво є важливим інструментом для збереження екосистем природоохоронних територій, особливо в регіоні Прикарпаття, де природні ресурси мають високу екологічну цінність. Цей підхід сприяє зменшенню негативного впливу людської діяльності на довкілля та забезпечує стійкий розвиток. У сучасному світі, коли екологічні проблеми стають все більш актуальними, питання енергоефективності в будівництві набуває особливого значення [1].

Природоохоронні території регіону стикаються з численними загрозами, такими як забруднення довкілля, вирубка лісів, зміни клімату та неконтрольована урбанізація. Енергоефективне будівництво може допомогти зменшити ці ризики, забезпечуючи збереження біорізноманіття та природних ресурсів. Зокрема, вирубка лісів для будівництва та видобуток корисних копалин створюють значний тиск на екосистеми, що потребує негайного втручання [2].

Переваги енергоефективного будівництва:

1. Енергозбереження – зниження споживання енергії через використання сучасних технологій, таких як теплоізоляція, енергоефективні системи опалення та охолодження. Це дозволяє зменшити витрати на енергоресурси та знизити залежність від традиційних джерел енергії. Будівництво енергоефективних житлових комплексів із використанням сонячних батарей та систем збору дощової води. Такі проекти показують, як можна поєднати комфорт для людей із збереженням природи.

2. Зменшення викидів – використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні панелі та геотермальні системи, сприяє зниженню викидів парникових газів. Це важливо для боротьби зі змінами клімату, які впливають на природоохоронні території.

3. Екологічні матеріали – використання будівельних матеріалів, які мають мінімальний вплив на довкілля, таких як деревина з сертифікованих джерел та перероблені матеріали. Це сприяє збереженню природних ресурсів та зменшенню забруднення. [3]

4. Зростання економіки. Енергоефективні об'єкти можуть стати каталізаторами екологічної свідомості та розвитку екотуризму – демонстрація переваг енергозберігаючих технологій та гармонійна інтеграція будівель у природне середовище підвищують екологічну обізнаність населення та приваблюють екотуристів, сприяючи розвитку зеленої економіки.

Впровадження принципів енергоефективного будівництва є не просто технічним рішенням, а стратегічно важливим кроком у збереженні унікальних

екосистем природоохоронних територій Прикарпаття. Проте для реалізації цих принципів необхідно скоординованих зусиль законодавчих органів, органів місцевого самоврядування, будівельних компаній, наукових установ та громадськості. Необхідна державна підтримка, яка б включала розробку програм субсидій та грантів для стимулювання енергоефективного будівництва. Це може включати фінансування досліджень та розробок нових технологій. Також, необхідно проведення освітніх кампаній для населення щодо переваг енергоефективності та екологічного будівництва. Інформування громадськості про важливість збереження природоохоронних територій.

Висновки. Енергоефективне будівництво є невід'ємною складовою стратегії збереження унікальних екосистем природоохоронних територій Прикарпаття. Його активне впровадження не лише зменшує негативний антропогенний вплив, але й сприяє сталому розвитку регіону, підвищує екологічну свідомість та відкриває нові можливості для екотуризму. Для досягнення максимального ефекту необхідний системний та комплексний підхід, що об'єднує зусилля всіх зацікавлених сторін.

Література

1. Енергозбереження та енергоефективність ДБН В.1.2-11:2021. Електронний ресурс. Режим доступу: https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2022/08/DBN-V_1_2-11-2021.pdf
2. Енергоефективність в Будівництві: Збереження Енергії та Піклування про Землю. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://buduj.com.ua/energoeffic/energoefektyvnist-v-budivnycztvi-zberezhennya-energiyi-ta-pikluvannya-pro-zemlyu/>
3. Концепція «зеленого» будівництва в Україні – принципи і механізми. Електронний ресурс. Режим доступу: https://nupp.edu.ua/uploads/files/0/events/other/1719032021/roboti-2021/01_zelene-budivnictvo.pdf

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНИЙ ФОНД КИЇВЩИНИ: ЗАГРОЗИ, НАСЛІДКИ ТА ВІДНОВЛЕННЯ

*Шека К.О., студ.,
Київський авіаційний інститут
м. Київ, Україна*

Війна, що триває на території України, спричинила значні екологічні загрози, особливо для природоохоронних територій Київщини. Природно-заповідний фонд регіону, який включає національні парки, заказники та лісові масиви, зазнав серйозних руйнувань через бойові дії, пожежі та забруднення довкілля.

Серед ключових екологічних проблем варто виділити:

- Пошкодження лісових масивів та заповідних зон. Внаслідок обстрілів та бомбардувань знищено значні ділянки лісів у Чорнобильському радіаційно-екологічному біосферному заповіднику, Голосіївському національному парку та Дніпровсько-Тетерівському лісомисливському господарстві.

- Мінування територій. Великі площі лісів та полів забруднені вибухонебезпечними предметами, що унеможлиблює їх безпечне використання для відпочинку та природоохоронних заходів.

- Забруднення водних ресурсів. Руйнування очисних споруд, забруднення річок Дніпро, Ірпінь, Тетерів хімічними речовинами та нафтопродуктами негативно впливає на екосистеми регіону.

- Пожежі у природоохоронних зонах. Унаслідок бойових дій та обстрілів виникають масштабні лісові пожежі, які знищують флору і фауну заповідників.

Для відновлення екосистем Київщини необхідно:

- Провести розмінування постраждалих територій. Це є першочерговим завданням для відновлення доступу до природоохоронних об'єктів.

- Оцінити екологічні збитки та розробити план відновлення. Моніторинг стану довкілля дозволить визначити масштаби проблем та шляхи їх вирішення.

- Запровадити програми з відновлення лісів та водних ресурсів. Лісонасадження та очищення водойм сприятимуть поверненню біорізноманіття в регіоні.

- Залучити міжнародну допомогу та екологічні організації. Співпраця з міжнародними фондами та науковцями сприятиме ефективному відновленню природних територій.

Таким чином, війна завдала значної шкоди природним екосистемам Київщини, однак своєчасні та комплексні заходи можуть сприяти їх поступовому відновленню. Державні установи, громадські організації та волонтери відіграють ключову роль у захисті та збереженні природного середовища для майбутніх поколінь.

4. Техногенна безпека та екологічні наслідки військових дій

УДК 630* (477) (045)

ЛІСОВИЙ ФОНД УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВІДНОВЛЕННЯ

Біньковський А.О., аспірант

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

Війна в Україні призвела до серйозних втрат лісового фонду через бойові дії, інтенсивні вирубки дерев, пожежі та забруднення. Прямі бойові дії на територіях лісових масивів, зокрема в районах, наближених до зон активних бойових дій, спричинили масове знищення дерев і порушення лісових екосистем. Лісові масиви, що опинилися в епіцентрі військових дій, зазнали значних руйнувань, що супроводжувалося як механічними пошкодженнями, так і забрудненням повітря та води токсичними речовинами, які потрапляють внаслідок вибухів та хімічних сполук. Зниження лісового покриття у цих регіонах не лише порушує природний ландшафт, але й значно впливає на екологічний баланс і біорізноманіття. Війна суттєво ускладнила підтримку та відновлення екосистем, оскільки природні ресурси втрачаються, а термінові заходи по їх відновленню стають ще більш необхідними для мінімізації шкоди [1].

Окрім безпосередніх руйнувань, військові дії також сприяють змінам клімату в Україні, зокрема посиленню екстремальних погодних явищ, таких як високі температури та посухи. Це, у свою чергу, збільшує частоту та інтенсивність лісових пожеж, що негативно позначається на стані лісових масивів. Ліси, що постраждали від цих явищ, потребують термінового відновлення та зміцнення стійкості до екстремальних погодних умов. Додатково, втрата стійкості до зміни клімату робить лісову екосистему України уразливою до майбутніх техногенних катастроф, що також потребує запровадження комплексних програм адаптації [2].

Для ефективного відновлення лісових масивів в умовах післявоєнного часу необхідно впроваджувати комплексний підхід, що включає як біологічні, так і технологічні аспекти. Одним із таких підходів є використання інноваційних методик лісовідновлення. Однією з перспективних є метод дронового лісовідновлення, який дозволяє точно і швидко висаджувати молоді дерева в важкодоступних або постраждалих від військових дій районах. Ця методика є значно ефективнішою порівняно з традиційними методами через швидкість і точність посадки, що дозволяє за короткий період покрити великі території.

Іншим важливим елементом є вибір стійких сортів дерев, які здатні витримувати екстремальні кліматичні умови. Важливою складовою стратегії відновлення є відновлення лісів на місцях, де лісовий покрив був знищений через вибухи чи пожежі. Однак цей процес має враховувати екологічні умови,

враховуючи якість ґрунтів, рівень вологості та температурні коливання. Відновлення лісових масивів потребує не лише посадки дерев, а й комплексного підходу до очищення ґрунтів та водних ресурсів від забруднюючих речовин [3].

Військові дії спричинили не лише фізичні пошкодження лісів, але й значне забруднення ґрунтів та водних ресурсів. Вибухи, пожежі, викиди токсичних речовин під час бойових дій призвели до серйозного погіршення якості ґрунтів та вод, що ускладнює процес природного відновлення лісових екосистем. Лісовідновлення в таких умовах потребує додаткових заходів очищення ґрунтів і водних ресурсів від токсичних речовин, що можуть бути результатом бойових дій, таких як нафтопродукти, важкі метали та інші забруднювальні сполуки. Для цього важливо застосовувати методи біоремедіації та інші сучасні технології, спрямовані на зниження рівня забруднення ґрунтів і вод [4]. Ліси є важливою складовою екологічної безпеки України, оскільки вони виконують ряд функцій, включаючи підтримку біорізноманіття, регулювання водного циклу та зменшення рівня забруднення атмосферного повітря. Відновлення лісових масивів після війни має стратегічне значення не тільки для збереження природних ресурсів, а й для підтримки екологічного балансу в Україні. Це також сприятиме зменшенню ризиків екологічних катастроф у майбутньому, таких як повені, ерозія ґрунтів та інші природні лиха, пов'язані з порушенням природного ландшафту [5].

Для успішного відновлення лісових масивів важливо залучати місцеві громади, адже вони мають безпосереднє відношення до охорони і відновлення природних ресурсів. Місцеві жителі можуть брати участь у процесах посадки дерев, моніторингу стану лісів і захисті лісових територій. Міжнародна співпраця також є необхідною, оскільки вона дозволяє залучити фінансові та технологічні ресурси для реалізації лісовідновлювальних проектів. Завдяки міжнародним організаціям можна отримати підтримку в питаннях фінансування, а також в організації навчальних програм для місцевих громад [6].

Література

1. Коваленко І.І. Вплив військових дій на лісовий фонд України: екологічні наслідки та можливості відновлення // Екологія та природокористування. – 2022. – № 3.
2. Мельник С.І. Техногенні катастрофи та їх вплив на лісовий фонд України // Лісове господарство. – 2023. – № 1.
3. Бойко О.О. Перспективи відновлення лісового фонду України після війни // Аграрна наука. – 2024. – № 2.
4. Іванова Т.П. Інноваційні підходи до лісовідновлення в умовах змін клімату // Технології у лісовому господарстві. – 2022. – № 5.
5. Сидоренко Ю.В. Ліси як складова екологічної безпеки України // Проблеми екології. – 2023. – № 4.
6. Романенко Т.А. Роль міжнародних організацій у відновленні лісового фонду України // Екологічні та економічні проблеми агросектору. – 2023. – № 2.

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД РІЧКИ КАЗЕННИЙ ТОРЕЦЬ*Бірюков О.В. канд. геогр. наук, доц.,**Харківський природоохоронний фаховий коледж ОНУ імені І.І. Мечнікова,
м. Харків, Україна*

Доведено фундаментальну роль невеликих водотоків у забезпеченні екологічної стабільності ландшафтних екосистем. Вони зумовлюють регулювання водного балансу та визначають ключові фізичні та хімічні характеристики великих річок. Ці водні об'єкти є головною ланкою у формуванні великих річкових артерій та важливим ресурсом для забезпечення водою людських потреб.

Проте, сучасна епоха характеризується антропогенним впливом на природні екосистеми. До ключових факторів забруднення поверхневих вод належать несанкціоновані скиди та неефективна робота очисних споруд, а також акумуляція забруднюючих речовин у поверхневому стоці з урбанізованих територій. Окремо слід відзначити, що до перелічених антропогенних чинників останнім часом додалася руйнівна діяльність, спричинена військовою агресією Російської Федерації на території України. Це призводить до додаткового забруднення водних об'єктів внаслідок потрапляння боєприпасів, руйнації промислових об'єктів та інфраструктури, а також масового переміщення населення, що негативно позначається на екологічній стабільності річкових екосистем. Досягнення критичних концентрацій забруднюючих речовин у водному середовищі становить значну загрозу розвитку природних і техногенних катастроф.

Метою дослідження є визначення екологічної якості води р. Казенний Торець.

Результати дослідження. Для оцінки якості води річки Казенний Торець були використані данні Сіверсько-Донецького басейнового управління водних ресурсів (СД БУВР) на 6 пунктах спостереження: 1.с. Годівка, 2. м. Дружківка, 3. с. Ясногірка, 4. с. Черевківка, 5. м. Слов'янськ, 6. с. Райгородок [1].

Найбільш поширеними методами визначення екологічної якості води є дві схеми розрахунку це індекси забрудненості води (ІЗВ) та модифікований ІЗВ. У ІЗВ використовується: NH_4^+ , NO_2^- , нафтопродукти, феноли, O_2 , БСК_5 . До модифікованого ІЗВ входять два обов'язкових компонента це БСК_5 та O_2 , а чотири останніх відбираються по максимальному відношенню їх концентрації до гранично допустимі концентрації (ГДК). Оцінка якості води виконується за наступними класами [3].

На посту 1. с. Годівка, розрахунки показали, тільки в 1995 році вода відповідала III класу ($\text{ІЗВ}=1,045$), тобто її можна охарактеризувати як помірно забруднену. В інші роки спостережень ІЗВ не перевищує одиниці тобто другий клас «чиста». Середнє значення індексу на посту 0,63 – II клас, «чиста».

Розрахунок *ІЗВ* на посту 2 с. Дружківка. Середнє значення індексу на посту 2,402 – III клас «помірно забруднена».

Аналіз розрахунків *ІЗВ* на посту с. Ясногірка демонструє, що вода у річці в більшості випадків відповідає III класу «помірно забруднена», середнє, за всі роки спостережень, значення індексу на посту 2,272 – III клас «помірно забруднена» причина цього підвищення концентрації *БСК*₅ та нафтопродуктів, у декілька разів й надзвичайно висока концентрація нітритів, в окремі роки співвідношення *С*_і/*ГДК* більше 16 дол. *ГДК*. Згідно з проведеними розрахунками, на посту с. Черевківка якість води відповідала III класу якості «помірно забруднена». Середнє значення індексу на посту 2,009 – III клас «помірно забруднена». Головним чином перевищення *ГДК* тут спостерігається як й на посту с. Ясногірка, це концентрація нітратів та *БСК*₅. Обчислення *ІЗВ* за визначеними концентраціями речовин на посту м. Слов'янськ, показав, що стан води відповідав III класу якості «помірно забруднена». Середнє значення індексу на посту 2,410 – III клас «помірно забруднена». На даному посту моніторингу, подібно до попередніх постів, домінуючим фактором забруднення є перевищення нормативних значень концентрації нітратів та біохімічного споживання кисню.

Згідно з проведеними розрахунками на посту с. Райгородок що індекс якості води відповідає III класу, за виключенням 1988 року, стан води сильно погіршився і вона відповідала V класу, що характеризує її як «брудну». Результати моніторингу на цьому посту, подібно до даних з попередніх точок відбору, свідчать про значне перевищення гранично допустимих концентрацій нітратів та біохімічного споживання кисню. Крім того, аналіз даних виявив присутність нафтопродуктів.

Для узагальнення даних по довженні р. Казенний Торець річні значення концентрації осереднені за всі роки спостережень та розраховані *ІЗВ*. На основі отриманих обчислень побудована діаграма змін *ІЗВ* для всіх постів спостережень (рис. 1).

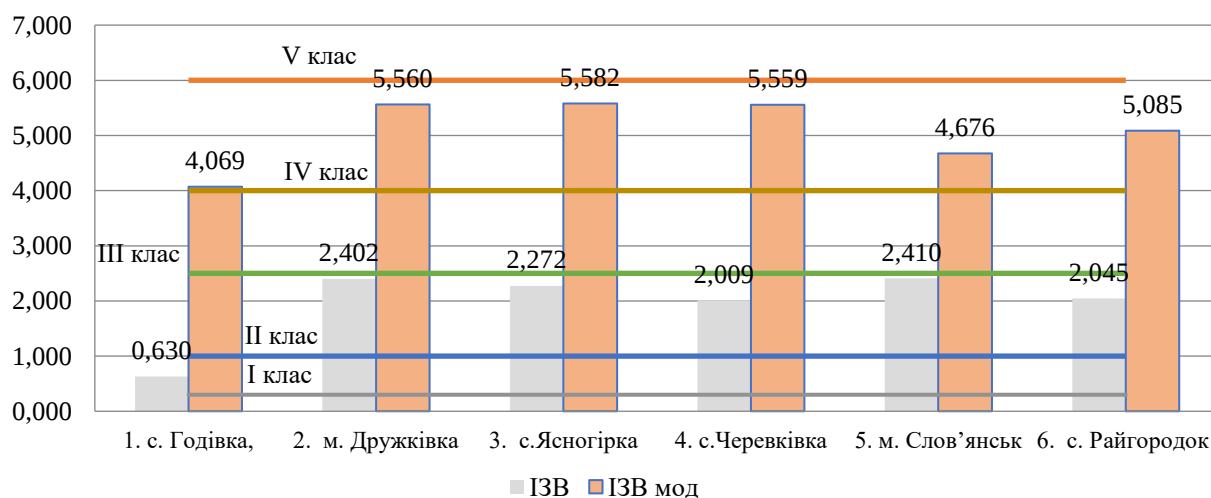


Рис. 1 – Зміни індексу забрудненості води по довженні р. Казенний Торець

Методика визначення індексу забрудненості води модифікованого базується на аналізі вмісту всіх визначених сполук у пробі води. У лабораторії СД БУВР визначається концентрація таких сполук: *амоній сіл., азот амонійний, мідь, нітрити, нафтопродукти, хром 6+, марганець, залізо, заг., сульфати, БСК₅, кобальт, нікель, цинк 2+, розчинений O₂, магній, кальцій, хром 3+, нітрати алюміній, СПАР, феноли, сух. остаток, хром, заг., РН, жорсткість, фосфати та ін.* [1].

На другому етапі досліджень були виявлені речовини із багаторазовим перевищенням рибогосподарських нормативів ГДК по всім постам за період спостережень. Встановлено, що на всіх постах співвідношення концентрації до ГДК у таких сполук як: *хрому⁶⁺, нітратів, заліза, сульфатів, марганцю, міді* Схема розрахунку *ІЗВ мод.* включає тільки 6 сполук, з яких дві обов'язкові, тому нами обрані сполуки з максимальним співвідношенням $C_i/\text{ГДК}_i$, це *мідь, марганець, хром 6+, нітрати, сульфатів.*

Значення *ІЗВ мод. с.* Годівка, відповідає III «помірно забруднена» вода, є значне перевищення концентрацій сульфатів, марганцю, міді у середньому багаторічному значенні 4,069.

На інших постах *ІЗВ мод.* збільшується, до IV класу «забруднена» вода, це викликане підвищенням концентрації хрому⁶⁺, сульфатів, нітратів, заліза. Всі концентрації досліджуваних сполук перевищують ГДК.

Висновки:

1. Екологічна оцінка якості вод річки Казенний Торець за результатами проведених розрахунків, для всіх постів, за всі роки спостережень, для верхньої течії, відповідає II клас, «чиста», далі за течією III клас «помірно забруднена» вода.

2. Екологічна оцінка якості вод річки Казенний Торець за розрахунками *ІЗВ мод.*, у більшості випадків, за всі роки спостережень, для всієї річки дорівнює IV класу «забруднена» вода.

3. Сполуки концентрація яких найчастіше перевищує ГДК для всіх постів спостережень, за всі роки, на річки Казенний Торець, це: *хрому 6+, сульфати, нітрити, марганець, мідь, нафтопродукти, БСК₅.*

Література:

1. Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України. URL: <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index> (дата звернення 12.04.2025).
2. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. К.: Ніка. Центр, 2001. 262с.
3. Гранично допустимі значення показників якості води для рибогосподарських водойм. Загальний перелік ГДК і ОБРВ шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм : (чинний від 09.08.1990). К: Міністерство рибного господарства СРСР. 1990. 45 с.

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ ЗБИТКІВ ЕКОСИСТЕМ НА ОСНОВІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА ДАНИХ ДЗЗ НА ПРИКЛАДІ НПП «КАМ'ЯНСЬКА СІЧ»

*Гарбар О.В., д. б. наук, проф., Гарбар Д.А., к. б. наук, доц.,
Житомирський державний університет імені Івана Франка,
м. Житомир, Україна*

Серед усієї різноманітності методологічних підходів до вартісної оцінки збитків, завданих природним екосистемам, найбільш раціональним є підхід на основі енергетичних показників. В основі цієї методології лежать розрахунки вмісту карбону в біомасі, які легко трансформуються в енергетичні одиниці ($1 \text{ кг C} = 28,2 \text{ МДж}$) [1]. Ключовим показником для розрахунку збитків при цьому є щільність біомаси в екосистемі. Останнім часом моніторинг надземної біомаси та її змін за допомогою космічного дистанційного зондування стає все більш доступним на великих територіях з високою деталізацією [2]. Однак біомаса, виміряна в польових умовах, є невід'ємним компонентом, який дозволяє перетворювати дані дистанційного зондування в абсолютні показники біомаси (в тонах або мегаграмах) та її щільності (наприклад, т/га).

На основі даних Global Ecosystem Dynamics Investigation (GEDI) [3]. нами побудовано растр просторового розподілу надземної біомаси в регіоні розташування НПП Кам'янська Січ з просторовою розрізненістю $30 \times 30 \text{ м}$. Для збільшення обсягу і репрезентативності вибірки даних GEDI територію, включену в аналіз розширено і на прилеглі території. Пов'язано це з тим, що територія Парку має складну конфігурацію, внаслідок чого недостатньо охоплена даними GEDI. Для моделювання використано дані GEDI за вегетаційний сезон 2021 р. Коефіцієнт детермінації для отриманої регресійної моделі $r^2 = 0,874$ (рис. 1), що свідчить про достатню надійність моделі а значення нормалізованого кореня із середньоквадратичної похибки (RMSE)) становить 43,15%. Для порівняння - у роботі, де була описана застосована методика [4] останній показник коливався від 41 – 77%, тому отримане нами значення можна вважати прийнятним.

Методику апробовано на прикладі лісових екосистем. Згідно оцінки, отриманої на основі моделювання, надземна біомаса в лісових екосистемах НПП Кам'янська Січ складає 19,42 т/га. Це достатньо низьке значення показника, яке пов'язано з тим, що лісові насадження тут часто є розрідженими і деградованими. Лісова рослинність знищена внаслідок воєнних дій на території 631,79 га. Проведені за наявною методикою [1] розрахунки свідчать, що сумарна біомаса втраченої лісової екосистеми Парку, яка включає всі її функціональні компоненти становитиме 36226,72 т.

Енергетичні втрати екосистеми розраховуються з врахуванням часу, необхідного для їх відновлення (в середньому 50 років для деревних насаджень

досліджуваної території). Враховуюче це енергетичні втрати лісової екосистеми з урахуванням функціональних енергетичних витрат на дихання та фотосинтез становлять 31339593,2 ГДж. Враховуючи обчислені показники та ціну одиниці енергії на момент проведення дослідження (202,1 грн), екологічний збитки, завдані знищенням лісових біотопів на території НПП складуть 6333731,79 тис. грн.

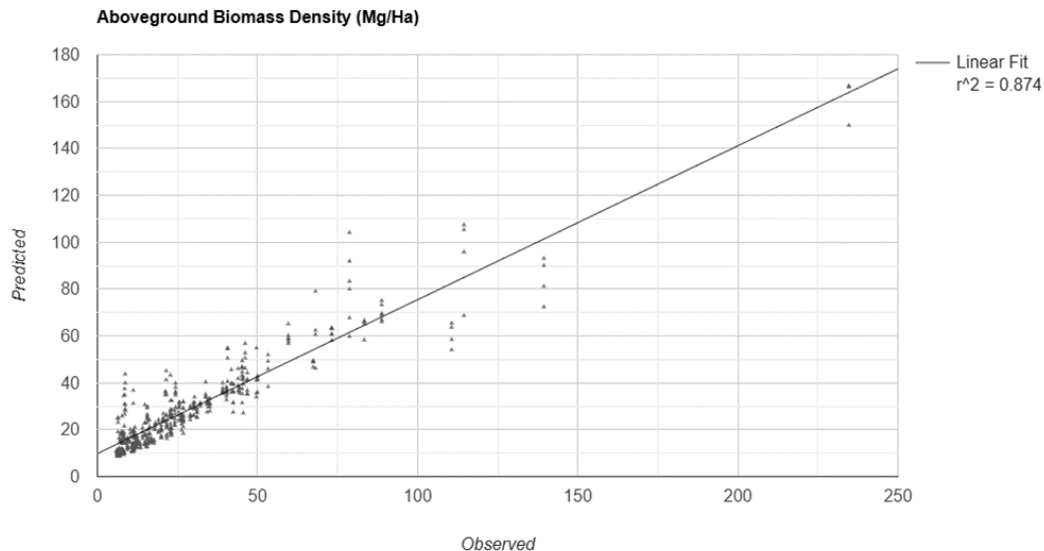


Рис. 1. Кореляційне поле спостережуваних та прогнозованих значень щільності надземної біомаси для отриманої регресійної моделі.

Отже, використаний підхід дозволяє отримати достатньо адекватні оцінки розподілу надземної біомаси на основі алгоритмів машинного навчання та даних дистанційного зондування. Значення середньої щільності надземної біомаси для лісових біотопів в більшості випадків співставні з результатами польових досліджень для екосистем подібного типу. Описаний алгоритм після ширшої апробації та корегування за її результатами може бути покладений в основу оцінки екологічних збитків для територій, які постраждали внаслідок воєнних дій або господарської діяльності.

Література

1. Методика розрахунку екологічних збитків природних екосистем та їхніх компонентів: посібник / Я. П. Дідух, У. М. Соколенко, В. В. Расевич, С. О. Гаврилов [за заг. ред. та упор. О. В. Кравченко]. Львів–Київ : Видавництво «Компанія “Манускрипт”», 2024. 68 с.
2. 199.
Santoro M., Kay H., Lucas R., Quegan S. CCI Biomass product user guide (year 3, version 3.0). URL: <https://climate.esa.int/media/documents/> (дата звернення: 15.09.2024).
3. 102.
Duncanson L., Kellner J.R., Armston J., Dubayah R., Minor D.M., Hancock S., Healey S.P. et al. Aboveground biomass density models for NASA's Global Ecosystem Dynamics Investigation (GEDI) lidar mission. Remote Sens. Environ. 2022. Vol. 27. P. 112845.
4. Shendryk Y., Fusing GEDI with earth observation data for large area aboveground biomass mapping. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2022. Vol. 115. P. 103108.

ОЦІНКА ПРОСТОРОВОЇ ДИНАМІКИ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ В МІСТІ КОПЕНГАГЕН ЗА ДОПОМОГОЮ ІНДЕКСУ AQI

*Данник К.Є., студентка, Безсонний В.Л., к.т.н., доцент
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
м. Харків, Україна*

Забруднення повітря є однією з найгостріших екологічних проблем, що безпосередньо впливає на здоров'я людей та стан довкілля. За оцінками ВООЗ, мільйони людей щороку страждають від наслідків вдихання забрудненого повітря, зокрема у великих містах. Одним із методів оцінки якості повітря є використання індексу забруднення повітря (Air Quality Index, AQI), який дозволяє узагальнити інформацію про концентрацію основних забруднюючих речовин та надати оцінку екологічного стану повітря.

Попри активну екологічну політику країни, рівень забруднення повітря в окремі роки досягав показників, шкідливих для чутливих груп населення. У зв'язку з цим актуальним є дослідження просторового розподілу індексу забруднення повітря (AQI) у межах міста, що дозволяє виявити критичні зони та обґрунтувати необхідність локальних заходів екологічного контролю.

Метою дослідження є аналіз просторового розподілу рівня забруднення повітря в межах міста Копенгаген (Данія) на основі даних AQI за останні 12 років. Дослідження має виявити залежність рівня забруднення від розташування моніторингових станцій, сезонних коливань, індустріального розвитку та транспортного навантаження. У роботі використано відкриті дані з вебсайту AQICN.org, який агрегує інформацію про якість повітря з численних станцій моніторингу. Було обрано три станції: Н.С. Andersens Boulevard – центральна вулиця з високим транспортним навантаженням, Н.С. Ørsted Institutet – академічний район з помірною урбанізацією, Risoe – передмістя з низькою інтенсивністю трафіку. Індекс AQI розраховується за концентраціями основних забруднювачів: $PM_{2.5}$, PM_{10} , NO_2 , O_3 , SO_2 , CO відповідно до рекомендацій ВООЗ.

Розрахунок базується на лінійній інтерполяції між граничними значеннями концентрацій та значеннями AQI відповідно до шкали якості повітря.

У таблиці 1 представлено порівняльні характеристики кожної станції за ключовими показниками.

Отримані результати просторового аналізу якості повітря свідчать про наявність чітких тенденцій у розподілі рівня забруднення як у часовому, так і у просторовому вимірах.

Аналіз трьох моніторингових станцій дозволяє встановити залежність рівня забруднення від урбанізаційних особливостей території: Центральна частина міста (Н.С. Andersens Boulevard) характеризується найвищими значеннями AQI протягом більшості років дослідження, що обумовлено високою щільністю транспортного потоку, наявністю інтенсивного будівництва та зосередженням

комерційної активності. Станція Н.С. Ørsted Institutet, що розташована в зоні освітніх закладів, демонструє схожу динаміку, але загалом дещо нижчі показники, завдяки меншому навантаженню від приватного транспорту та наявності зелених зон. Передмістя (Risoe) фіксує найнижчі рівні забруднення, що є логічним наслідком зменшення інтенсивності антропогенного навантаження та наявності кращої вентиляції повітря.

Таблиця 1.

Порівняльна характеристика станцій за даними 2024 року

Параметр	Н.С. Andersens Boulevard	Н.С. Ørsted Institutet	Risoe
Тип району	Центр міста	Університетський сектор	Передмістя
Середній AQI (2024)	92,66	28,05	30,12
Категорія якості повітря (AQI)	Помірна	Хороша	Хороша
PM _{2.5} (мкг/м ³)	38,04	—	11,63
PM ₁₀ (мкг/м ³)	18,22	19,25	9,39
NO ₂ (мкг/м ³)	8,39	2,44	1,80
O ₃ (мкг/м ³)	26,72	28,40	30,03
CO (мкг/м ³)	1,50	1,06	1,20

Це підтверджує тезу про критичну роль місцевих джерел забруднення – зокрема, транспорту, забудови та щільності населення – у формуванні просторової структури якості повітря.

Спостерігається чітка тенденція до зниження рівнів забруднення після 2016 року на всіх станціях. Це зниження збігається з періодом впровадження низки національних та муніципальних заходів у сфері екологічного управління в Данії: поступове впровадження екологічно чистого транспорту (електробуси, велосипедна інфраструктура); обмеження використання дизельного палива в центральних районах; зростання обізнаності населення щодо якості повітря.

Разом із тим, незначне зростання AQI у 2024 році, зафіксоване на станції Н.С. Andersens Boulevard, свідчить про можливий вплив сезонних факторів або нових джерел забруднення (наприклад, зростання інтенсивності трафіку після пандемічних обмежень).

Аналіз складу забруднюючих речовин показав, що PM_{2.5} та PM₁₀ є ключовими забруднювачами, що формують високі показники AQI. Їхня концентрація значно перевищує рівні інших речовин і тісно пов'язана з транспортними викидами та спалюванням палива. PM_{2.5} особливо небезпечні через здатність проникати глибоко в легені, і мають найвищі пікові концентрації в усіх трьох зонах. NO₂ демонструє стабільне зниження, що свідчить про ефективність контролю транспортних джерел. O₃, SO₂ та CO мають стабільні або незначно зростаючі значення, однак не виходять за межі безпечних нормативів, встановлених ВООЗ.

Дані дослідження підтверджують, що систематичний моніторинг та інформування громадськості про рівень забруднення повітря мають важливе

значення для стимулювання екологічно відповідальної поведінки. Відкритий доступ до інформації через платформи на зразок AQICN.org сприяє прозорості та прийняттю рішень на основі доказів.

Крім того, результати підкреслюють необхідність посилення контролю за викидами у центральних районах, збереження досягнутого прогресу у сфері транспорту, розширення "зелених зон" та вентиляційних коридорів у місті.

На основі результатів дослідження сформульовано наступні висновки.

Рівень забруднення повітря в Копенгагені суттєво залежить від типу забудови та інтенсивності трафіку. Найвищі значення AQI фіксуються у центральних районах (до 120,56 у 2015 році), тоді як у передмісті рівні залишаються стабільно низькими (≈ 27 –30 у 2024 році).

Основними забруднювачами, що формують індекс AQI, є $PM_{2.5}$ та PM_{10} , особливо в умовах інтенсивного автомобільного руху. Саме ці компоненти повітряного середовища є критичними для здоров'я населення та потребують особливої уваги з боку екологічної політики.

Позитивна динаміка зниження рівня забруднення повітря спостерігається після 2016 року, що співпадає з активізацією державних та муніципальних заходів щодо покращення екологічної ситуації в місті. Особливо ефективним є зниження концентрацій NO_2 , що свідчить про результативність транспортної політики.

Порівняльна характеристика станцій підтверджує просторову нерівномірність забруднення, що вимагає адаптивного підходу до управління якістю повітря з урахуванням локальних особливостей.

Результати дослідження можуть слугувати основою для розробки комплексної стратегії зменшення забруднення повітря у міському середовищі, з акцентом на контроль дрібнодисперсних частинок, розширення систем моніторингу та підвищення екологічної грамотності населення.

Таким чином, просторовий аналіз AQI у місті Копенгаген дозволяє не лише виявити сучасний стан якості повітря, але й оцінити ефективність запроваджених екологічних рішень, а також сформулювати конкретні рекомендації для забезпечення стійкого міського розвитку в умовах зростаючого антропогенного навантаження.

Література

1. World Health Organization. *WHO global air quality guidelines: Particulate matter ($PM_{2.5}$ and PM_{10}), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. — Geneva: WHO, 2021. — 215 с. — Режим доступу: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228> (дата звернення: 17.04.2025).
2. Air Quality Open Data Platform – AQICN. *Real-time Air Quality Index*. — Режим доступу: <https://aqicn.org> (дата звернення: 17.04.2025).
3. Statens Institut for Folkesundhed. *Health impacts of air pollution in Denmark*. — Odense: SDU, 2021. — Режим доступу: <https://www.sdu.dk/en/sif> (дата звернення: 17.04.2025).
4. IQAir. *World Air Quality Report 2023*. — 2024. — Режим доступу: <https://www.iqair.com/world-air-quality-report> (дата звернення: 17.04.2025).

ПОВОЄННЕ ВІДНОВЛЕННЯ НІКОПОЛЬСЬКОЇ МІСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ: ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ

Карпов В.Г., доцент, Мазур Д.О., студент

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

Виклики повномасштабного вторгнення спонукали активне обговорення та планування варіантів повоєнного відновлення територій України, особливо це стосується територій, які зазнали і продовжують зазнавати критичного впливу на довкілля. Прикладом такої території є Нікопольська міська територіальна громада [1]. Каховське водосховище, на правому березі якого розташована громада, було не тільки одним з головних джерел питного водопостачання для містян, а й гідроекологічним об'єктом, який формував особливості мікроклімату, водно-балансові показники, впливав на біорізноманіття, агроценози і т.і. Руйнування греблі Каховської ГЕС, яке відбулось у червні 2023 року [2] та юридично ідентифіковано як факт екоциду має не тільки наявні наочні наслідки, а й велику кількість віддаленого впливу на компоненти довкілля. Також громада зазнає постійних обстрілів з різних видів озброєння, що робить повоєнну відбудову пріоритетним питанням на майбутнє. Руйнування інфраструктури, промислових об'єктів та Каховської ГЕС спричинило деградацію природного середовища, що вимагає комплексного підходу до відновлення з урахуванням екологічних аспектів.

На підставі аналізу даних екологічної оцінки стану довкілля м. Нікополь у 2014 році [3] та регіональної доповіді про стан навколишнього природного середовища у 2023 році [4], а також ознайомлення з екологічними проектами, які вже реалізуються на території Нікопольської громади під час повномасштабного вторгнення [5] нами були сформовані орієнтовні напрямки повоєнного відновлення території громади з урахуванням екологічних пріоритетів, які можуть бути використані для залучення грантових інвестицій та формування Плану відбудови Нікопольської громади.

Серед напрямів екологічної трансформації громади з урахуванням національних та регіональних планів відновлення пропонуємо наступні.

1. Зелене відновлення берегової зони Дніпра. Цей напрям можна реалізувати через перехід від штучного до природного регулювання шляхом ренатуралізації берегів, тобто відновлення плавнів, лучних і заплавних екосистем замість бетонованих укріплень. Вважаємо за корисне створення природних фільтрів, таких як біоінженерні системи з очерету, верболозу та рогазу для очищення дощових та побутових стоків. Може бути окремим проектом зелений береговий парк з інтерактивними еко-локаціями та освітніми зонами про новий цикл життя Дніпра.

2. Стійка водна стратегія без Каховського водосховища. З огляду на втрату Каховського водосховища, є потреба у альтернативних джерелах

водопостачання, якими може бути впровадження систем збору дощової води, використання підземних вод, створення локальних водозаборів. У нових умовах одним з важливих варіантів є локальні дощові резервуари для акумуляції атмосферних опадів. Також важливим та перспективним є відновлення малих річок (Балка Живописна, Балка Микитинська) як елементи міської водної системи.

3. Розвиток «зеленої енергетики» та циркулярної економіки. Потенціал сонячної інсоляції на території громади становить понад 1350 кВт/м²/рік. Це один із найвищих показників в Україні. Без впровадження відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні та вітрові електростанції, неможливе зменшення залежності від традиційних енергоресурсів, вирішення проблеми енергодефіциту та зниження викидів парникових газів. Проблема фінансування таких проектів може бути вирішеною через випуск «зелених» облігацій [4]. На рівні споживачів перспективним є створення сонячних станцій на громадських будівлях з енергообміном між мешканцями. Це створення так званих «сонячних кооперативів» - об'єднань мешканців для колективної інвестиції до фотоелектричних установок, з розподілом прибутку та потенційною енергонезалежністю.

Також громада вже використовує і будматеріали зі зруйнованих споруд для повторного використання, і можливо, в майбутньому є реальним створення муніципального ресурсного банку для збирання, зберігання і розповсюдження будівельних матеріалів зі зруйнованих об'єктів (цегла, метал, дерево). В громаді вже є ініціативи з роздільного збору побутових відходів, але більш ефективним є створення локального центру повторного використання речей (re-use hub), як це зроблено у м. Харків [6]. Також перспективною є організація станцій компостування органіки зі шкіл, лікарень, ринків, з подальшим використанням компосту у лісозахисних смугах та міському озелененні та для використання у відновленні ґрунтів. Реальним шляхом реалізації локального плану переходу до циркулярної економіки, безумовно, є імплементація його як частини Генерального плану міста Нікополь.

4. Біорізноманіття та екотуризм. Потребують розвитку декілька варіантів розвитку «зеленої мережі» Нікопольської міської територіальної громади. В т.ч. це екологічні міські коридори через поєднання парків, скверів, прибережних територій, громадських просторів в єдину мережу з урахуванням міграційної здатності тварин. Перспективним є створення мікролісів Міявакі (японський метод щільного насадження локальних видів) на місці руйнувань [7] або «зелених дахових ферм» на школах, лікарнях, інших будівлях. Наразі на місці частини колишнього днища водосховища є унікальний ландшафт з колоніями птахів, болотами, сезонними водоймами, який в перспективі може бути використаний як регіональний Екопарк.

5. Екоосвітні та соціальні ініціативи. Важливий напрям у плані відновлення. Можна запропонувати такі варіанти бізнес проектів та стартапів, як організація екостежок, сезонних фестивалів спостереження за міграціями птахів, програму

«Дворовий біоцентр», задля того, щоб мешканці отримували підтримку на облаштування екоосель з нішами для комах, птахів, зеленої інфраструктури.

Повоєнне відновлення Нікопольської міської територіальної громади має базуватися на принципах сталого розвитку та екологічної безпеки. Комплексний підхід до вирішення екологічних проблем, залучення інвестицій у "зелені" проекти та активна участь громади у відновленні сприятимуть створенню екологічно безпечного та комфортного середовища для життя. Серед важливих аспектів також вбачаємо вирішення успадкованих від довоєнних реалій Нікополя проблем, пов'язаних з рекультивацією зон промислового забруднення (зокрема від гірничо-металургійного комплексу) до проблем, які з'явилися після 2023 року щодо створення локальних дощових резервуарів, щодо інвентаризації і охорони ґрунтів, що оголилися після обміління водосховища. Вбачаємо повоєнну відбудову громади із урахуванням наявних змін за принципом «екосистема як партнер у відбудові», коли ми маємо не відновлювати минуле, а сформувати нові реалії сталого розвитку для Нікопольської міської територіальної громади.

Література

1. Нікопольська територіальна громада [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://decentralization.ua/newgromada/3661> (дата звернення: 14.04.2025).
2. Через річку від окупантів: як живе Нікополь без Каховського водосховища та половини жителів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.radiosvoboda.org/a/novyny-pryazovya-nikopol-bez-kakhovskoho-vodoskhovyshcha-viyna/32925034.html> (дата звернення: 14.04.2025).
3. Заключний звіт «Проведення комплексної екологічної оцінки стану навколишнього природного середовища та екологічного аудиту м. Нікополь» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.nikopol-mrada.dp.gov.ua/eco/zvit_eco_f.pdf?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 14.04.2025).
4. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2023 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://adm.dp.gov.ua/pro-oblast/ekologiya-pro-oblast/ekologiya> (дата звернення: 14.04.2025).
5. Діалог. «Зелені» проекти Дніпропетровщини допоможуть відновити енергетику. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dia.dp.gov.ua/zeleni-proyekti-dnipropetrovshhini-dopomozhut-vidnoviti-energetiku/> (дата звернення: 14.04.2025).
6. Що таке Екохаб? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zerowastekharkiv.org.ua/ecohub/> (дата звернення: 14.04.2025).
7. Мікроліс: нова ідея для міст і сіл. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://wownature.in.ua/articles/mikrolis-nova-ideia-dlia-mist-i-sil/> (дата звернення: 14.04.2025).

ASSESSMENT OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS ACROSS THE WELL LIFE CYCLE

Kryvenko G.M., PhD, Tech.Sci., Assoc. Prof.

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

Ivano-Frankivsk, Ukraine

The full-scale military aggression of the Russian Federation against Ukraine has inflicted severe damage on the national energy infrastructure. Nonetheless, the adaptability of oil and gas enterprises under wartime conditions has made it possible to maintain positive development trends.

Even during martial law, oil and gas companies continue to prioritize Ukraine's compliance with its international and European commitments to mitigate climate change. Natural gas will remain a critical component of Ukraine's energy security for the next twenty years, acting as a transitional energy source in the decarbonization process of the economy [1].

The establishment of new oil and gas wells contributes to strengthening the country's energy system. However, such facilities pose environmental risks both during routine technological operations and in emergencies. Although efforts are being made to restructure the national energy sector toward low-carbon energy sources and to reduce greenhouse gas emissions, the problem of environmental impact remains significant. Accordingly, this study aims to evaluate greenhouse gas emissions into the atmosphere across different stages of a well's life cycle. To achieve this aim, the study sets the following objectives: to analyze emissions at the drilling and abandonment stages and propose methods for minimizing their impact. The object of study is industrially located oil and gas wells, and the subject is greenhouse gas emissions.

The research novelty lies in offering a thorough investigation of emissions at every stage of a well's life cycle.

The life cycle of an oil and gas well, during which emissions of greenhouse gases and other pollutants occur, includes: site preparation, drilling operations, connection to production systems, operation, and eventual abandonment. Each phase contributes differently to the overall emission profile.

The structure of greenhouse gas emissions distributed across the life cycle stages is presented in Figure 1 [2]. Oil and gas industry enterprises are associated with emissions of greenhouse gases into the atmosphere, including carbon dioxide, methane, and nitrous oxide, as well as other air pollutants.

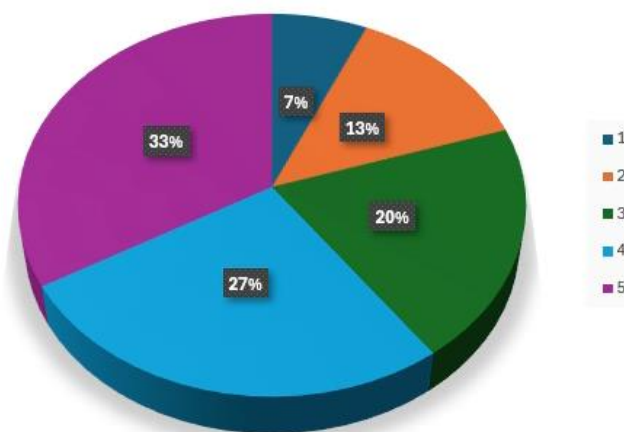


Fig. 1. Breakdown of Greenhouse Gas Emissions Across the Well Life Cycle
1 – site preparation; 2 – drilling; 3 – well connection; 4 – operation; 5 – abandonment

Given the varying durations of each life cycle stage, emission intensity must be considered when assessing environmental impact. The drilling phase has the highest emission intensity, although it accounts for just 2% of the total well life cycle. The abandonment phase also shows elevated emission intensity. The operational stage, extending over approximately 85% of the life cycle, exhibits moderate emission intensity.

Emissions during the drilling phase make up about 13% of total life cycle emissions, while the abandonment phase accounts for approximately 33%. Notably, the drilling stage accounts for around 74.9% of overall emission intensity, and abandonment represents about 24.9%. Therefore, the drilling and abandonment stages are selected for more detailed analysis.

Calculations were conducted based on three wells located within a united territorial community in the Poltava region. The applied methodology is described in [2]. Major sources of greenhouse gas emissions were identified as combustion products from diesel engines during drilling and abandonment activities.

The Figure 2 shows carbon dioxide emissions through the exhaust pipes of diesel engines during the drilling and well abandonment stages.

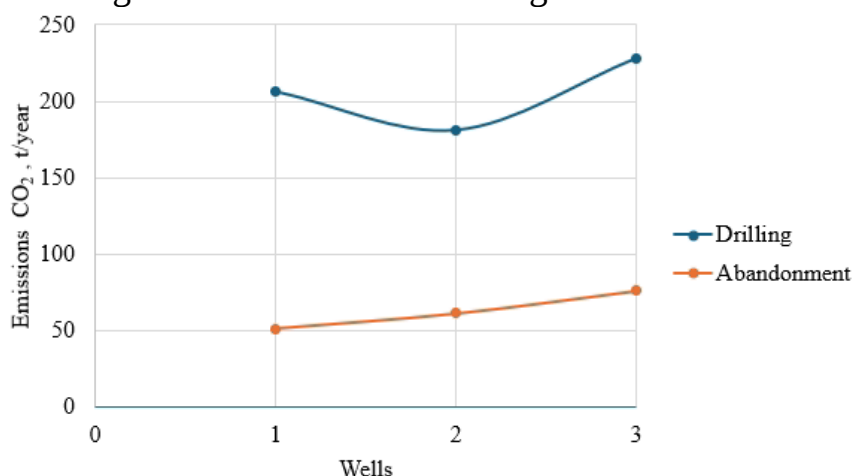


Fig. 2. Carbon Dioxide Emissions from Diesel Engine Exhausts

To mitigate emissions, the following measures are recommended: improve resource efficiency; prevent methane leaks; avoid flaring and unnecessary well blowouts; transition to renewable energy for operational needs; prohibit forced engine operation; and stagger the use of technological equipment [2].

The application of these and similar measures would contribute to emission reductions at drilling sites.

Given that carbon dioxide constitutes 81% of the total emissions, its specific environmental impact was assessed. Using calculations for emissions from organized sources [3], it was concluded that under normal background conditions, company emissions do not threaten worker health.

The study analyzed greenhouse gas emissions across various stages of a well's life cycle, emphasizing the drilling and abandonment phases due to their high emission intensities. Despite the short duration of drilling activities, they contribute significantly to the total emission intensity. The outcomes of this study can serve as a basis for developing strategies to reduce emissions at oil and gas production facilities.

References

1. Annual Report 2021. Naftogaz Group. URL: <https://www.vitrenkolibrary.com/wp-content/uploads/2022/10.pdf>.
2. Environmental Impact Assessment Report for Well Drilling. JV «Poltava Petroleum Company» 2022. 499 p.
3. Environmental Impact Assessment Report. JSC «Ukrgezvydobuvannya». 2022. 394 p.

ІНДЕКСНИЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ЯКОСТІ ВОДИ Р. СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

*Мураєнко А.Ю., студентка, Безсонний В.Л., к.т.н., доцент
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
м. Харків, Україна*

Річка Сіверський Донець є головною водною артерією сходу України та основним джерелом питного водопостачання для Харківської області. Її значення виходить далеко за межі регіонального масштабу, оскільки вона забезпечує водні потреби промисловості, сільського господарства та житлово-комунального господарства [1]. Однак останні десятиліття характеризуються істотним зростанням антропогенного навантаження на водні ресурси, зокрема через неочищені або недостатньо очищені стоки, змиви з сільськогосподарських угідь та вплив промислових підприємств [2].

За результатами досліджень, найбільш поширеними забруднювачами річкової води в Україні залишаються сполуки азоту, фосфати, органічні речовини, а також зважені частинки [3]. Ці компоненти не лише знижують якість води, а й становлять небезпеку для водних екосистем та здоров'я населення. У зв'язку з цим виникає необхідність у постійному моніторингу стану води та використанні ефективних індикаторів забруднення.

Одним із таких інструментів є індекс забрудненості води (ІЗВ), який дозволяє інтегрально оцінити якість води шляхом порівняння фактичних концентрацій хімічних речовин із гранично допустимими концентраціями (ГДК) [4]. Методика розрахунку ІЗВ широко використовується в Україні та за її межами, зокрема у системах державного моніторингу водних об'єктів [5]. Застосування ІЗВ забезпечує можливість об'єктивного порівняння різних ділянок водотоку, а також виявлення "гарячих точок" забруднення.

Серед останніх досліджень, присвячених моніторингу поверхневих вод в Україні, варто відзначити роботи Решетченко С., Васенка О.Г. та Рибалової О.В., які описують комплексні підходи до оцінки стану річкових систем [6; 7]. Зокрема, у монографії «Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища» детально викладено класифікацію якості води за ІЗВ, що є основою для цього дослідження [7].

Таким чином, метою цієї роботи є оцінка екологічного стану річки Сіверський Донець у межах Харківської області на основі індексу забрудненості води, з урахуванням просторових відмінностей та впливу приток. Основне завдання – виявлення ключових забруднюючих компонентів, оцінка їх перевищення щодо нормативів та визначення найбільш уразливих ділянок водотоку.

Об'єктом дослідження є річка Сіверський Донець у межах Харківської області – одна з найбільших водних артерій сходу України, яка відіграє ключову

роль у водопостачанні регіону, забезпеченні промисловості, сільського господарства, а також підтриманні екологічної рівноваги місцевих ландшафтів.

Для досягнення поставленої мети та завдань було використано комплекс методів, що поєднують польові, лабораторні та аналітичні підходи. Було обрано 10 ключових точок уздовж річки Сіверський Донець на території Харківської області — від верхньої до нижньої течії, з урахуванням наявності приток, населених пунктів, промислових і сільськогосподарських об'єктів. У кожній точці проводився відбір проб води з подальшим лабораторним аналізом таких показників: зважені речовини, біологічне споживання кисню (БСК₅), хімічне споживання кисню (ХСК), вміст амонійного азоту, нітратів, нітритів, концентрація фосфатів. Аналіз здійснювався згідно з методиками, затвердженими МОЗ України (наказ №77 від 13.01.2023) [1]. Отримані концентрації порівнювались із гігієнічними нормативами якості води, що дозволило визначити перевищення та загальний рівень екологічної безпеки.

ІЗВ було визначено на основі відношення фактичної концентрації кожної досліджуваної речовини до її відповідної ГДК. Для кожної точки розраховувалось середнє значення ІЗВ, що дозволило класифікувати якість води за прийнятою шкалою (1 – дуже чиста, 5 – дуже забруднена).

Таким чином, застосований інтегрований підхід дозволив не лише кількісно оцінити стан річки Сіверський Донець, але й просторово локалізувати критичні ділянки та визначити домінантні забруднювачі.

У таблиці наведено узагальнені результати розрахунку ІЗВ та відповідну класифікацію якості води згідно з 5-бальною шкалою.

Таблиця 1. ІЗВ та класи якості води р. Сіверський Донець (Харківська обл.)

№ Точки	Назва пункту	ІЗВ	Клас якості води	Характеристика якості
1	сmt Печеніги	1.20	I–II	Дуже чиста / чиста
2	с. Мартове	1.35	II	Чиста
3	сmt Есхар	2.50	III–IV	Забруднена
4	сmt Чугуїв	2.30	III	Помірно забруднена
5	р-н м. Зміїв	2.10	III	Помірно забруднена
6	с. Коропове	1.95	II–III	Умовно чиста
7	р-н притоки р. Уди	2.40	III–IV	Забруднена
8	с. Мохнач	1.80	II–III	Умовно чиста
9	с. Васищеве	2.20	III	Помірно забруднена
10	м. Безлюдівка	2.15	III	Помірно забруднена

Результати оцінки якості води в річці Сіверський Донець на території Харківської області свідчать про чітку просторову диференціацію екологічного стану. Виявлені відмінності зумовлені сукупністю природних факторів та різного роду антропогенним навантаженням, включаючи скиди комунальних, промислових та сільськогосподарських стоків. У нижній течії річки, особливо

поблизу таких населених пунктів, як Есхар, Зміїв і Безлюдівка, зафіксовано підвищені значення ІЗВ (понад 2.2). Це свідчить про перевищення гранично допустимих концентрацій за декількома хімічними показниками, зокрема амонійного азоту, нітритів та фосфатів. Такі показники характерні для районів, де здійснюється несанкціонований або недостатньо очищений скид стічних вод [1]. Особливо небезпечною є ситуація у точці біля смт Есхар, де ІЗВ становить 2.5 – найвище серед усіх точок моніторингу. Це може бути наслідком близькості очисних споруд, сільськогосподарських об'єктів, а також відсутності належного контролю за якістю скидів. Притоки р. Уди, Лопань, Бахтин, що впадають у Сіверський Донець у середній і нижній частинах течії, суттєво погіршують якість води. Як відомо, ці річки приймають значну частку забруднених вод з урбанізованих територій Харкова та його передмість [2]. Це призводить до локальних сплесків забруднення, що відображається у зростанні ІЗВ на відповідних ділянках основного русла.

Використання індексу забрудненості води виявилось ефективним інструментом для інтегральної оцінки стану водного середовища. ІЗВ дозволяє швидко і наочно визначити найбільш проблемні ділянки, порівнювати якість води у просторі та формувати базу для прийняття управлінських рішень на регіональному рівні [3].

Література

1. Основи гідроекології: теорія й практика [Текст] : навч. посіб. / М. В. Боярин, І. М. Нетробчук. – Луцьк : Вежа-Друк, 2016. – 365 с. <https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/11832/1/Hidroekologia.pdf>
2. Василенко І.А., Скиба М.І., Півоваров О.А., Воробйова В.І. Теоретичні основи охорони навколишнього середовища / І.А. Василенко, М.І. Скиба, О.А. Півоваров, В.І. Воробйова. – Дніпро: Акцент ПП, 2017. – 204 с. <https://chemistry.karazin.ua/files.pdf>
3. Наукові засади раціонального використання водних ресурсів України за басейновим принципом: монографія / За редакцією В.А. Сташук; [В.А. Сташук, В.Б. Мокін, В.В. Гребінь, О.В. Чунарьов]. — Херсон: Грінь Д.С., 2014. – 320 с. – Режим доступу: <https://drive.google.com/open?id=1POSSrJf3ZONZZ9SBiAcVRl2-hJgqm03A>.
4. Міністерство охорони здоров'я України. Наказ МОЗ №77 від 13.01.2023 «Про затвердження гігієнічних нормативів якості води» — <https://moz.gov.ua> (дата звернення: 19.04.2025).
5. Кабінет Міністрів України. Постанова №758 від 19.09.2018 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод» — <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/758-2018-п> (дата звернення: 19.04.2025).
6. Решетченко С., Дмитрієв С. Оцінка екологічного стану річкового басейну Сіверського Дінця у межах Харківської області. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. 2022. Вип. 36. С.34–42. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2022-36-04>.
7. Васенко О.Г., Рибалова О.В. та ін. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища: монографія. — Харків: НУГЗУ, 2015. — 419 с. <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/6524>

ВИЗНАЧЕННЯ ПОТЕНЦІЙНОЇ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧОК БАСЕЙНУ СІВЕРСЬКОГО ДІНЦЯ У ЯКОСТІ ДЖЕРЕЛ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

*Некос А. Н., д-р геогр. н., проф., Безсонний В. Л., канд. техн. наук, доц.,
Хадускіна К. В., студ.*

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

В умовах збройного конфлікту на сході України в Донецькому регіоні проблема забезпечення місцевого населення питною водою набула особливого масштабу. Обмеження в подачі води внаслідок воєнних дій значно вплинуло на її доступність. В умовах вододифіциту гостро стоїть питання пошуку альтернативних джерел питного водопостачання. Зважаючи на це, було обрано місце дослідження – Краматорський район, м. Дружківка. Місто знаходиться поруч з зоною бойових дій. Через це питна вода є дефіцитом. Водоподача здійснюється обмежено та погодинно за графіком. Містом протікають річки Казенний Торець та його притока Кривий Торець (басейн р. Сіверський Донець). У даному дослідженні буде розглянута можливість використання поверхневих вод цих річок у якості потенційних джерел питного водопостачання, на основі розрахунку потенційного ризику дії хімічних речовин на організм людини. Дружківка за кількістю населення відноситься до малих міст (менше 50 тис) [1]. Водоподача на місто здійснюється через канал Сіверський Донець-Донбас.

Задля виконання поставленої задачі були відібрані 5 проб води на річках Казенний Торець та Кривий Торець 1 квітня 2025 р. Місця відбору визначені у межах м. Дружківка. р. Казенний Торець: 1 проба - р. Казенний Торець місце входу річки на територію міста, 2 проба - р. Казенний Торець, центральна частина міста, 3 проба - місце впадіння р. Кривий Торець у Казенний Торець, 4 проба - р. Кривий Торець, центральна частина міста, 5 проба - р. Кривий Торець місце входу річки на територію міста. Хімічний аналіз проб води виконувався у навчально-дослідній лабораторії аналітичних екологічних досліджень навчально-наукового інституту екології Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

Відповідно до «ДСТУ 4808:2007. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання» [2] був обран 3 клас якості води, що відповідає задовільній та прийнятній якості води. У якості нормативів використана верхня межа класу якості води. Результати аналізу проб води з річок Казенний Торець та Кривий Торець на хлориди показують: 1 проба - 269,0 мг/дм³, (у відповідності до нормативу 250 мг/дм³) спостерігається перевищення у 1,1 рази, 2 проба - 279,2 мг/дм³, перевищення у 1,1 рази, 3 проба - 125,1 мг/дм³, перевищення не має, 4 проба - 118,4 мг/дм³ у межах нормативу, 5 проба - 120,3 мг/дм³, перевищення не

має. Показники концентрацій нітратів: 1 проба - 10,5 мг/дм³, (норматив для азоту нітратного 1,00 мгN/дм³ [2]) перевищення у 10,5 разів, 2 проба - 13,2 мг/дм³, перевищення у 13,2 рази, 3 проба - 9,8 мг/дм³, перевищення у 9,8 разів, 4 проба - 10,0 мг/дм³, перевищення у 10,0 рази, 5 проба - 12,8 мг/дм³, перевищення у 12,8 рази.

Задля визначення придатності до використання поверхневих вод річок Казенний Торець та Кривий Торець у якості можливих джерел питного водопостачання для м. Дружківка, застосовано розрахунки потенційного ризику для здоров'я людини, що пов'язані з показниками забруднення води [3]. Для розрахунку використовувалися усереднені показники концентрацій хімічних речовин в пробах води з кожної з річок та показник з місця впадіння р. Кривий Торець у Казенний Торець.

$$R = 1 - \exp(\ln(0,84)/MAC \cdot Cs) \cdot Cr \quad [3]$$

де: R – ймовірність розвитку токсичних ефектів; Cs – концентрація речовини у питній воді, мг/дм³; MAC – гранично допустима концентрація, мг/дм³; Cr – коефіцієнт запасу (для всіх речовин – 10, для свинцю – 3, для канцерогенних речовин – 100) [3].

Таблиця 1 - Розрахунок ймовірності розвитку токсичних ефектів від впливу концентрацій хлоридів та нітратів, що перевищують нормативи.

№	Об'єкт відбору проби	Речовина	Cs (мг/дм ³)	MAC (мг/дм ³)	Cr	R
1	Казенний Торець (1,2 проба)	Хлориди	274.1	250	10	1
2	Казенний Торець (1,2 проба)	Нітрати	11.85	1.00	10	0,78
3	Впадіння Кривий Торець (3 проба)	Нітрати	9.8	1.00	10	0,83
4	Кривий Торець (4,5 проба)	Нітрати	11.4	1.00	10	0,79

Відповідно до «ДСТУ 4808:2007. Джерела централізованого питного водопостачання...» [2] концентрації хлоридів у пробах 1,2 з річки Казенний Торець перевищують встановлений норматив у 1,1 разів, нітратів у п'яти пробах у 9,8-13,2 рази. Проведений розрахунок «ймовірності розвитку токсичних ефектів» від впливу виявлених концентрацій хлоридів та нітратів на стан здоров'я людини показали результат 0,78-1. За пропонованою класифікацією (0-0,02 – прийнятний, 0,021-0,16 – задовільний, 0,161-0,50 – незадовільний, 0,51-0,84 – небезпечний, 0,85-1 – надзвичайно небезпечний) [3] було визначено межі потенційного ризику для здоров'я людини. Отримані нами значення при розрахунку ймовірності розвитку токсичних ефектів визначених при аналізі проб води 1,2,3,4,5 за нітратами знаходяться у межах 0,51-0,84, що відповідає потенційному ризику «небезпечний», а проби 1,2 за хлоридами відповідають межам 0,85-1 – «надзвичайно небезпечний».

Вживання води зі значними перевищеннями нітратів може мати значний негативний вплив на здоров'є людини. Воно викликає гостре отруєння, а

використання на постійній основі - хронічну нітратну інтоксикацію, яка може викликати інші хвороби і порушення в організмі. Варто зазначити, що кип'ятіння не усуває забруднення, а посилює його. Через вплив високих температур на воду де містяться нітрати, вони перетворюються на нітрити, які у свою чергу мають більший шкідливий ефект на організм людини [4]. Задля очищення води від нітратів перед споживанням можливо використовувати систему зворотного осмосу. Вона є однією з найефективніших систем водоочистки. Також ефективність у очищенні води від нітратів мають фільтри з іонообмінною смолою. Вона має здатність до поглинання нітратів і не затримує корисні мікроелементи [5].

Використання поверхневих вод річок Казенний Торець та Кривий Торець у якості потенційних джерел питного водопостачання не можливо без спеціальної очистки і водопідготовки. Перевищення встановлених нормативів та ймовірність розвитку токсичних ефектів від впливу виявлених концентрацій хлоридів та нітратів у воді може згубно сказатися на стані здоров'я людини.

Література

1. Khaduskina K., Nekos A. Impact of modern urbanization on surface water quality. Congress proceedings - VII International Scientific Congress Society of Ambient Intelligence 2024 (student sections), Praha, OKTAN PRINT, 2024, 362-371. URL: <https://doi.org/10.46489/ISCSAI-24-39>
2. ДСТУ 4808:2007. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 36 с.
3. Крисінська Д. О., Клименко Л. П. Експериментальні дослідження якості питної води та оцінювання екологічної безпеки питного водопостачання : збірник наукових праць Науковий вісник НЛТУ України. 2021, т. 31, № 1. С.147-151 URL: <https://doi.org/10.36930/40310124>
4. Олександрійське руГУ Держпродспоживслужби в Кіровоградській області. Як нітрати у воді впливають на організм. Світловодськ: Світловодська міська рада, 2024. URL: <https://svgr.gov.ua/news/1719475828/>
5. Благодатненська сільська рада Миколаївська область. Нітрати у воді і їх вплив на людину. Миколаїв: Благодатненська сільська рада, 2024.
URL: <https://blagodatnenska-gromada.gov.ua/news/1716528848/>

УДК: 504.05:351.78:355.48(477)

ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА ТА ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ

*Олексів Н.І., Погорєлова О.М, канд біол. наук., Бицюра Л.О., канд. екон. наук
Західноукраїнський національний університет,
м. Тернопіль, Україна*

У контексті збройної агресії проти України екологічна безпека набуває особливої актуальності. Військові дії не лише призводять до людських втрат та руйнування інфраструктури, але й мають серйозні довготривалі наслідки для навколишнього середовища. Забруднення ґрунтів та вод вибухонебезпечними залишками, ризики техногенних аварій на об'єктах критичної інфраструктури, зокрема енергетичних, а також потенційна радіоекологічна загроза – усе це створює нові виклики для державної системи екологічної безпеки [1-3].

Мета дослідження: оцінити екологічні наслідки військових дій в Україні, визначити рівень загроз техногенного та радіоекологічного характеру та проаналізувати шляхи ліквідації негативних наслідків для довкілля.

Об'єкт дослідження: вплив воєнних дій на стан довкілля в Україні.

Предмет дослідження: наслідки військових дій для ґрунтів, водних ресурсів та енергетичних об'єктів з позиції техногенної безпеки та екології [2].

Завдання дослідження:

1. дослідити екологічний вплив вибухонебезпечних залишків війни на ґрунти та водні ресурси;
2. проаналізувати ризики виникнення техногенних аварій на критичній інфраструктурі внаслідок бойових дій;
3. визначити рівень радіоекологічної небезпеки, пов'язаної з ушкодженням енергетичних об'єктів;
4. розглянути механізми та інструменти подолання екологічних наслідків війни.

Збройний конфлікт в Україні супроводжується масовим застосуванням вибухових речовин, що призводить до значного забруднення ґрунтів та підземних вод хімічними сполуками. Крім того, бойові дії навколо об'єктів критичної інфраструктури – хімічних заводів, водоочисних станцій, АЕС – підвищують ризик масштабних техногенних аварій. Особливої уваги потребують радіоекологічні ризики, пов'язані з обстрілами територій навколо Запорізької АЕС. Наслідки таких подій можуть мати транснаціональний характер, впливаючи на екосистеми не лише України, а й сусідніх країн. Оцінка шкоди, розробка програм з ліквідації наслідків та запобігання майбутнім екологічним катастрофам мають стати пріоритетом державної політики у сфері охорони довкілля [3].

Війна в Україні створила безпрецедентні загрози для екологічної безпеки. Забруднення довкілля, техногенні ризики та потенційна радіоактивна небезпека потребують системного наукового аналізу та ефективної державної стратегії. Зменшення шкоди навколишньому середовищу, моніторинг екосистем і ліквідація наслідків техногенних аварій є ключовими завданнями для забезпечення стійкого екологічного майбутнього України.

Література

1. Шевченко І. Техногенна безпека в умовах воєнного конфлікту. Київ: Екоцентр, 2021. С. 278.
2. Бондар О. Радіоекологія і війна: нові виклики. Харків: Наукова думка, 2023. С. 194.
3. Природа і техногенез: збірник наукових праць. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. С. 312.

ВПЛИВ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ НА ПРИРОДНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ

*Перхач О. Р., канд. геогр. наук,
Львівський національний університет імені Івана Франка,
м. Львів, Україна*

Великомасштабне вторгнення росії в Україну почалося більше, ніж два роки тому – 24.02.2024 р. Плани росії із захоплення України розроблялися з 2004 р. (більше 20 років тому). *Метою дослідження* є геопросторовий аналіз наслідків впливу на природні ресурси російської агресії. *Об'єктом* є природні ресурси України. *Предмет* – вплив військових дій російського агресора на природні ресурси. Загальна вартість корисних копалин України, за оцінкою "Форбс", становить 14,8 трильйона доларів (Інститут геологічних наук НАН України). Понад 70 % від їхніх запасів сконцентровані в трьох областях — Донецькій, Луганській та Дніпропетровській. росія має вдосталь власних ресурсів, тому розпочинати війну заради сировини не стала б. Але, одним з мотивів було не допустити реалізації в Україні масштабних проєктів, пов'язаних з мінерально-сировинною базою, які могли бути конкурентами російських компаній. У 2014 р. у всіх на слуху була реалізація трьох великих проєктів, пов'язаних з газовидобутком на території України. Йдеться про проєкт розроблення газоносної площі "Юзівська" на території Харківської та Донецької областей, розроблення Чорноморського шельфу і третя ділянка була на Заході України. Найбільш перспективними були Чорноморський шельф і східна частина України. Саме на цих територіях велика американська та британсько-нідерландські компанії планували добувати сланцевий газ. Масштабні проєкти були розраховані на кілька десятиріч. Уже 2020 році мало розпочатися видобування газу. А ще за десять років Україна могла б отримувати понад 70 млрд м³ газу щорічно. У 2014 р. Україна могла стати енергетичним хабом Європи і частково замінити російські енергоносії. Після окупації Криму та частини Донбасу компанії згорнули свою діяльність і пішли з України. Також окрім видобутку сланцевого газу, російська агресія заблокувала в Україні видобування титанової сировини, літію, берилію, природного графіту, цирконію, нікелю, кобальту та низки інших корисних копалин. Вже у 2014 р. планувалося захопити вісім (південних і східних) регіонів України: - вугілля Донбасу; - залізні і марганцеві руди Запорізької і Дніпропетровської областей (світового значення); - газові родовища Харківської обл. і сланцевого газу на півночі Донбасу (Юзівська площа); - кам'яну сіль (Бахмутське родовище, шахти Соледача); - земельні ресурси; - відновлювані джерела енергії. З 2014 року багато українських родовищ (700 з 2160) опинилися під контролем росії. Втрата такої кількості родовищ спричинена тим, що вони розташовані на окупованих територіях чи півдні країни. У 2014 р. росія захопила: - Донбас – вугілля; - Крим –

Чорноморнафтогаз; родовища залізних руд; сонячні електростанції (СЕС), вітрові електростанції (ВЕС), кухонні солі Сивашу.

Протягом 2022/23 рр. росіяни захопили: - Донбас – кам'яні солі; - 50 % від усіх джерел відновлюваної енергії, включно із 89 % від усіх вітрових електростанцій в Україні; - великі площі земель (майже третина врожаю української пшениці припадає на східні області Донбасу, Запорізьку, Херсонську та Одеську області); - знищили греблю Каховського водосховища.

Будь-яка військова діяльність за своєю суттю має антиекологічний характер, оскільки завдає шкоди біосфері, й передусім людині. росія та її війська створюють екоцид нашій природі. Наслідки злочинів росії проти українського народу відчуватиме не одне покоління людей. Збитки довкіллю внаслідок збройної агресії рф станом на 21.02.2025 року (за три роки війни) від 24.02.2022 р.) становлять 3 538 237 692 636 грн [3]. З них збитки від забруднення повітря – 1 078,7 млрд грн, ґрунтів і землі – 984,4 млрд грн, рослинного світу - 183 млрд грн, води – 60,7 млрд грн [2]. За цифрами – реальна катастрофа для нашої природи і для нас. Земельні ресурси (відновлення до 100 років) – втрачено у зоні бойових дій (величезні площі замінування, зруйновані і забруднені вибуховими речовинами; системи укріплень, що порушують землі разом із материнською породою); лісові ресурси (відновлення десятки років) – знищено 3,5 млн га. Велика кількість деревини пошкоджена осколками; втрачені місцеві біоценози та природоохоронні території; забруднені води і знищена Каховська ГЕС; забруднене повітря; великі маси будівельного сміття.

Дана проблематика розглядається, зокрема, у навчальній дисципліні “Оцінка впливу на довкілля”, який викладається як вибірковий курс для студентів спеціальності 106 “Географія”, другий (магістерський) рівень вищої освіти [4].

Висновки. Перед нашою державою стоїть важливе завдання з подолання екологічних наслідків війни. У першу чергу, нам потрібна перемога. Потім – розмінування територій. Аби розмінувати територію України знадобиться багато зусиль і неймовірні кошти (за даними Асоціації саперів України, щоб розмінувати 200 тис. км² необхідно витратити 500 млрд \$). Щоб зробити українську землю безпечною треба залучити фінансову допомогу від міжнародних партнерів і донорів. Для досягнення успіху в процесі подолання наслідків війни важливо враховувати кілька ключових аспектів, а саме: екосистемне відновлення (необхідно активно здійснювати заходи з відновлення лісів, водних резервуарів та інших екосистем, сприяючи природному процесу самовідновлення); очищення забруднених ресурсів: ефективні програми очищення повітря, води та ґрунту від токсинів та інших забруднюючих речовин є ключовими для забезпечення здоров'я навколишнього середовища та людей; глобальна співпраця (міжнародна співпраця та обмін технологіями можуть значно покращити ефективність програм відновлення та сприяти глобальній стійкості); соціально-економічна реабілітація (відновлення екологічної інфраструктури), а також враховувати соціальні та економічні аспекти, сприяючи стабільності та благополуччю населення.

Література

1. Данилишин Б., Степаненко А., Ральчук О. та ін. Безпека регіонів України і стратегія її гарантування. Природно-техногенна (екологічна) безпека: у 2-ох т. / Б. Данилишин, А. Степаненко, О. Ральчук та ін. - Т. 1. – К. : Наукова думка, 2008. – 392 с.
2. Заподіяні війною збитки довкіллю України, 2025 р. - <https://www.ukrinform.ua/rubric-society/3928441-zapodiani-vijnou-zbitki-dovkillu-ukraini-perevisili-65-milardiv.html> [дата звернення: 22.02.2025]
3. Оновлена щотижнева інфографіка про завдані збитки довкіллю внаслідок збройної агресії РФ станом на 21.02.2025 р. - [https://www.dei.gov.ua/post/onovlena-shchotizhneva-infografika-pro-zavdani-zbitki-dovkillu-vnaslidok-z...](https://www.dei.gov.ua/post/onovlena-shchotizhneva-infografika-pro-zavdani-zbitki-dovkillu-vnaslidok-zbrojnoi-agresii-rf-21-02-2025) [дата звернення: 21.03.2025].
4. Перхач О. Р. Оцінка впливу на довкілля. Навч. посібник / О. Р. Перхач. – Львів, 2023. – 124 с.
5. Хилько М. І. Екологічна безпека України : Навчальний посібник / М. І. Хилько. – К., 2017. – 266 с.

ВІЙНА І ПРИРОДА: ВИКЛИКИ ТА ШЛЯХИ ВІДНОВЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ РІВНОВАГИ В УКРАЇНІ

Пожогін О.В.¹, Погорєлова О.М., канд біол. наук.¹, Гуменюк Ю.В.²

¹Західноукраїнський національний університет

м. Тернопіль, Україна

²Львівський національний університет природокористування

м. Львів, Україна

Війна – це не лише гуманітарна катастрофа, а й масштабне екологічне лихо. Збройні конфлікти спричиняють руйнівні зміни довкілля, які можуть тривати десятиліттями. Україна, ставши жертвою повномасштабного вторгнення, сьогодні стикається з безпрецедентними викликами для природи та екологічної безпеки [1, 2].

Війна завдає довкіллю нищівного удару, наслідки якого поширюються на всі компоненти природного середовища. Одним із найпоширеніших – хімічне забруднення. Унаслідок використання боєприпасів, вибухів пального, руйнування промислових об'єктів в навколишнє середовище потрапляють токсичні речовини, важкі метали, залишки пального та вибухових речовин. Ці сполуки забруднюють воду, ґрунт і повітря, створюючи загрозу для всієї екосистеми та здоров'я людей [1-3]. Крім того, мають місце масштабні фізичні руйнування природного середовища. Воєнні дії спричиняють спустошення лісів, пошкодження ґрунтового покриву, руйнування русел річок, знищення дамб, каналів і меліоративних систем. Такі зміни призводять до деградації ландшафтів і посилення ерозійних процесів. Ще одним серйозним наслідком є втрата біорізноманіття. Через бойові дії гинуть дикі тварини, знищуються популяції рідкісних і зникаючих видів, руйнуються їхні природні середовища існування. Це призводить до розриву екологічних ланцюгів та порушення екосистемного балансу [4, 5].

Якщо не вжити негайних заходів з ліквідації наслідків війни, ситуація може стати незворотною. Значні площі земель втратять сільськогосподарський потенціал, водойми стануть непридатними для риболовлі та рекреації, а токсичні речовини, що потрапили в харчові ланцюги, викликать хронічні захворювання в людей.

Відновлення довкілля після війни – це складний і багаторівневий процес, який вимагає інтегрованого підходу. Його реалізація передбачає кілька ключових етапів.

Першим кроком є проведення всебічної оцінки стану навколишнього середовища. Застосування геоінформаційних систем (ГІС) і технологій дистанційного зондування (наприклад, за допомогою супутникових знімків чи дронів) дозволяє оперативно виявляти зони забруднення. Паралельно здійснюються лабораторні дослідження ґрунтів, води та повітря з метою виявлення токсичних речовин, залишків вибухівки, мікропластику та рівня

радіації. Важливо також створити карти потенційно небезпечних об'єктів – від мін і невибухових боєприпасів до стихійних сміттєзвалищ.

Після оцінки ситуації необхідно застосовувати сучасні технології очищення довкілля. Одним з ефективних методів є біоремедіація – використання мікроорганізмів, грибів або спеціально підібраних рослин (наприклад, соняшнику), які здатні вбирати й виводити шкідливі речовини з ґрунтів. Фізико-хімічні методи, як-от сорбція або електрокінетична очистка, дозволяють додатково обробляти забруднені території. Для відновлення водних екосистем доцільно створювати штучні водно-болотні угіддя, які природним шляхом фільтрують стоки й повертають водоймам здатність до самовідновлення [4, 5].

Очищення територій – це лише частина процесу. Після нього необхідно перейти до відновлення зруйнованих екосистем. Зокрема, важливим є лісовідновлення – висадка автохтонних деревних порід, таких як дуб, граб чи сосна, замість неприродних монокультур. У степових і лучних зонах слід застосовувати екологічне землеробство, щоб зменшити ерозію ґрунтів та зберегти природну флору. Також потрібно створювати екологічні коридори – суцільні смуги природних територій, які дозволяють диким тваринам вільно мігрувати між заповідниками й відновлювати популяції.

Відновлення природи після війни – це не лише технічне завдання, але й соціальний, економічний і політичний процес. Інтегрований підхід, що поєднує науку, технології, міжнародну підтримку та активність громад, дозволить: запобігти гуманітарним кризам (наприклад, через брак питної води), створити основу для сталого розвитку регіону, зберегти природу для майбутніх поколінь. Україна має потенціал стати прикладом для світу, якщо вчасно залучить ресурси та знання.

Література

1. Андрусевич А., Пастушенко М. Війна та довкілля: правові інструменти захисту / Аналітичний центр екологічної політики. Львів: РЦПІ, 2022. 36 с.
2. United Nations Environment Programme (UNEP). Environmental impact of armed conflict. Nairobi: UNEP, 2009. 82 p.
3. Burleson E.R. War and Environmental Law: A Rights-Based Approach to Environmental Protection in Armed Conflict // Columbia Journal of Environmental Law. 2015. Vol. 40, No. 2. P. 467–514.
4. Зелений курс ЄС: можливості для України / За ред. І. Варги. Київ: Українська енергетична платформа, 2021. 92 с.
5. WWF. Вплив війни на біорізноманіття: попередні оцінки та рекомендації. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://wwf.ua/news/war-impact-2023/>

ПРОСТОРОВИЙ АНАЛІЗ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ В МІСТІ ГАННОВЕР НА ОСНОВІ ІНДЕКСУ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ (ІЗП)

*Солянік Д.Ю., студент, Безсонний В.Л., к.т.н., доцент
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
м. Харків, Україна*

Проблема забруднення атмосферного повітря посідає одне з провідних місць серед екологічних викликів сучасності. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, близько 7 мільйонів передчасних смертей щороку пов'язані з наслідками забрудненого повітря, особливо у великих урбанізованих центрах [1]. Саме тому оцінка якості повітря в містах, таких як Ганновер, має надзвичайну суспільну та наукову актуальність. Зростаючі обсяги автотранспорту, промислове навантаження та зміни клімату значно впливають на стан атмосферного повітря у містах Німеччини. Ганновер — адміністративний центр Нижньої Саксонії, відомий своєю транспортною мережею та логістичним вузлом, є прикладом міста з потенційно підвищеним рівнем забруднення. Дослідження [2] показали, що серед великих міст Німеччини саме Ганновер виявляє найбільш стійкий зв'язок між рівнем концентрацій $PM_{2.5}$ та рівнем захворюваності дихальних шляхів. У контексті сучасних екологічних методів найбільш поширеним є використання індексу забруднення повітря (Air Quality Index, AQI або ІЗА). Цей інтегральний показник дозволяє кількісно оцінити рівень забруднення на основі концентрацій ключових полутантів: $PM_{2.5}$, PM_{10} , NO_2 , SO_2 , CO та O_3 . AQI широко застосовується у США, ЄС, Китаї та інших країнах як базовий інструмент екологічного моніторингу [3, 4].

Європейська система Common Air Quality Index (CAQI) дозволяє здійснювати порівняння між містами ЄС на основі уніфікованої шкали [5]. У Німеччині використовується власна адаптація CAQI, що включає інтеграцію мобільних платформ і супутникових спостережень, зокрема в межах ініціатив Umweltbundesamt [6]. Важливою тенденцією останніх років є залучення ГІС-технологій до екологічного аналізу. Геоінформаційне картування дозволяє не лише візуалізувати розподіл концентрацій, а й виявляти «гарячі точки» забруднення та формувати моделі прогнозу [7]. Такий підхід був застосований у дослідженнях [8], який запропонував використання сенсорних мереж у містах Німеччини для інтерактивного моніторингу повітря.

Отже, оцінка екологічного стану повітря в місті Ганновер на основі ІЗП є важливою складовою наукових і практичних екологічних досліджень, а також актуальним прикладом застосування індексного підходу до моніторингу довкілля.

У дослідженні для оцінки екологічного стану повітря м. Ганновер використано дані офіційної системи екологічного моніторингу, зокрема інформацію з автоматизованих станцій спостереження, що підпорядковані Федеральному агентству з охорони навколишнього середовища Німеччини

(Umweltbundesamt). Також було залучено відкриті дані з платформи <https://aqicn.org/> що надає інформацію про рівень забруднення повітря в реальному часі. Моніторинг охоплював основні міські зони: центральну частину (район Schillerstraße), промисловий сектор, житлову забудову, зелені зони (паркові райони). Дослідження проводилось за період 2023–2024 років із урахуванням сезонної та добової варіативності даних.

Для оцінки якості атмосферного повітря було використано індекс забруднення повітря (ІЗП), який є інтегральним показником, що відображає рівень впливу шкідливих речовин на стан атмосфери. При цьому оцінка проводилась за значеннями концентрацій шести основних забруднювачів: тверді частинки $PM_{2.5}$ та PM_{10} , діоксид азоту (NO_2), діоксид сірки (SO_2), оксид вуглецю (CO), озон (O_3). Для кожного з поллютантів було проведено статистичний аналіз середньодобових концентрацій та визначено максимально допустимі значення відповідно до рекомендацій ВООЗ та нормативів ЄС. Далі виконувалася інтегральна оцінка стану повітря з урахуванням домінантного забруднювача.

На основі зібраних даних встановлено, що рівень ІЗП варіюється залежно від типу забудови, щільності трафіку та наявності зелених зон. У таблиці 1 подано порівняльні значення індексу за кожною дослідженою ділянкою.

Таблиця 1.

Індекс забруднення повітря (ІЗП) у різних районах м. Ганновер

Район спостереження	Середній ІЗП	Категорія якості повітря	Основні забруднювачі
Промислова зона	75	Помірна (вище норми)	$PM_{2.5}$, NO_2
Центр міста (Schillerstraße)	45	Задовільна	$PM_{2.5}$, CO
Житловий район	35	Добра	PM_{10} , O_3
Паркова зона	30	Дуже добра	незначні концентрації

Найвищі показники ІЗП зафіксовано в промисловій зоні міста, що зумовлено локальними викидами від підприємств та високим рівнем трафіку. Навпаки, найнижчі значення спостерігались у парках і зелених зонах, де рівень усіх шкідливих домішок був у межах норми.

Протягом року фіксувалися помітні сезонні коливання ІЗП. Зимовий період (грудень–лютий) характеризується підвищенням забруднення через використання опалювальних систем, погодні інверсії та низьку циркуляцію повітря. В цей час рівень $PM_{2.5}$ у промисловій зоні перевищував 45 мкг/м^3 . Весна та осінь демонструють середні показники забруднення зі зменшенням концентрацій основних поллютантів.

Літній період (червень–серпень) відзначався найкращими показниками якості повітря в усіх районах. У парках ІЗП знижувався до рівня нижче 25 одиниць, що відповідає категорії "дуже добра".

Найбільш впливовими компонентами, що визначали рівень ІЗП, були $PM_{2.5}$ - особливо небезпечні для здоров'я, мають численні джерела: транспорт, будівництво, опалення. NO_2 - переважає у центральних частинах і зонах

інтенсивного дорожнього руху. O_3 — утворюється переважно влітку, особливо в житлових районах з меншим викидом NO , який інакше руйнував би озон. Також варто зазначити, що CO та SO_2 не мали істотного впливу на рівень індексу у всіх районах міста, що свідчить про ефективність технологічного очищення та обмеження відповідних джерел.

У ході дослідження було здійснено просторову та сезонну оцінку забруднення атмосферного повітря міста Ганновер на основі індексу забруднення повітря (ІЗП). Аналіз охоплював дані спостережень у чотирьох типових міських зонах за період 2023–2024 років.

Індекс забруднення повітря в Ганновері має чітко виражену просторову диференціацію. Найвищі значення ІЗП зафіксовані у промисловій зоні (до 75), найнижчі – у паркових територіях (≈ 30), що свідчить про вплив функціонального призначення територій на якість повітря. Основними забруднювачами атмосфери є дрібнодисперсні частинки $PM_{2.5}$, PM_{10} та діоксид азоту (NO_2). Ці компоненти значною мірою формують інтегральне значення індексу та становлять екологічну загрозу, особливо у зимовий період. Сезонний аналіз показав пікові концентрації забруднювачів у зимові місяці, що обумовлено кліматичними умовами та збільшеним енергоспоживанням. У літній період спостерігається покращення стану повітря, однак із зростанням рівня озону (O_3).

Література

1. World Health Organization. *Ambient Air Pollution: A Global Assessment of Exposure and Burden of Disease*. — Geneva: WHO, 2021. — 131 с. — <https://www.who.int> (дата звернення: 18.04.2025).
2. Schmidt J. *Luftverschmutzung und öffentliche Gesundheit in deutschen Großstädten*. — Berlin: Springer, 2015. — 172 с.
3. United States Environmental Protection Agency (EPA). *Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality – AQI*. — Washington, D.C., 2022. — 65 с. — <https://www.epa.gov/>
4. Calderón-Garcidueñas L., Torres-Jardón R., et al. *Air Pollution, Cognitive Deficits and Brain Abnormalities*. // *Environmental Research*. 2020. Vol. 183. P. 109–129. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2008.04.008>
5. European Environment Agency (EEA). *Air Quality Index Overview*. — <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality-index> (дата звернення: 18.04.2025).
6. Luftqualitätsindex in Deutschland / Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. — <https://www.bmu.de/>
7. Білогуров В. П., Івахненко О. П. Розробка ГІС-технології щодо інтегральної оцінки забруднення атмосферного повітря в містах України. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2010, Том 4, №2(46), 26–28. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2010.2924>.
8. Nguyen, Huynh A.D. & Ha, Quang. (2022). Wireless Sensor Network Dependable Monitoring for Urban Air Quality. *IEEE Access*. 10. 40051-40062. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3166904..>

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ БУРІННЯ ГАЗОВИДОБУВНИХ СВЕРДЛОВИН В УМОВАХ ВІЙНИ В УКРАЇНІ

Суліма Є. О., аспірантка¹, Мандрик О. М., д. т. наук, проф.²

¹Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут
екологічних проблем», м. Харків, Україна

²Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-
Франківськ, Україна

З початку повномасштабного вторгнення на територію України у 2022 році, енергетична інфраструктура країни зазнала суттєвих пошкоджень. Об'єктами атак стали електростанції, нафтобази, лінії електропередач та об'єкти газовидобувної галузі. У такій складній ситуації держава продовжує докладати зусиль для забезпечення енергетичної незалежності, і важливу роль у цьому процесі відіграє буріння газовидобувних свердловин.

Не дивлячись на складні умови, що виникають майже не щодня, підприємства намагаються продовжувати пошук та видобуток природного газу. Але поряд з економічними і технічними труднощами постає ще одна серйозна проблема – екологічна безпека при спорудженні газовидобувних свердловин, особливо в умовах активних бойових дій.

Газовидобувна галузь в Україні є стратегічною, адже саме вона забезпечує основу енергетичної незалежності. НАК «Нафтогаз України» неодноразово звітувала про будівництво нових газовидобувних свердловин, навіть під час обстрілів. У 2023 р. підприємство пробурило рекордну кількість свердловин – понад 80 нових об'єктів [1].

Проте, умови війни значно ускладнюють процес буріння, а саме руйнування інфраструктури, проблеми з постачанням обладнання, ризики для життя працівників, можливе забруднення довкілля через неможливість повного дотримання екологічних норм.

Буріння свердловин, навіть у мирний час, несе екологічне навантаження на довкілля, однак у воєнних умовах воно посилюється, що призводить до негативних наслідків:

- робота бурових установок супроводжується *викидами шкідливих речовин в атмосферу*, зокрема метану – одного з парникових газів;
- *забруднення ґрунтів і води* за рахунок того, що бурові розчини, мастила, промивальні рідини можуть потрапити у ґрунт та можуть проникати в підземні води;
- *порушення природних екосистем*, оскільки буріння зазвичай відбувається поблизу лісів, полів, річок, що впливає на флору та фауну;
- *порушення рельєфу та деградація земель* через будівництво під'їзних шляхів, майданчиків для техніки, що призводить до ущільнення ґрунту та ерозії.

У воєнний час контроль за дотриманням вимог екологічного законодавства послаблюється, що лише загострює ситуацію.

Після завершення військових дій Україні доведеться стикнутись із масштабними завданнями з екологічного відновлення. До найважливіших кроків такого відновлення можна віднести:

- проведення моніторингу постраждалих територій за рахунок екологічного обстеження бурових майданчиків, зон навколо них і прилеглих екосистем;
- використання біотехнологій та хімічної нейтралізації для очищення та рекультивация ґрунтів;
- відновлення водних ресурсів (захист підземних вод від подальшого забруднення, очищення річок і ставків);
- залучення міжнародних партнерів, таких як програми з підтримки екологічної реконструкції, зокрема через фонди ЄС, ООН та інші екологічні ініціативи [2].

У своєму звіті [3] за 2022 рік UNEP надає попередню оцінку екологічних наслідків конфлікту в Україні. Документ підкреслює значні пошкодження довкілля та необхідність подальших детальних польових оцінок для визначення характеру, масштабу та значущості екологічних впливів, пов'язаних із конфліктом, а також потреб у відновленні.

UNEP підкреслює, що для повного розуміння екологічних наслідків конфлікту необхідні:

- детальні польові оцінки – це проведення комплексних досліджень на місцях для визначення ступеня забруднення та пошкодження екосистем;
- регулярний моніторинг стану довкілля (якості повітря, води та ґрунтів) у районах, постраждалих від бойових дій та пошкодження інфраструктури викопного палива;
- розробка стратегій відновлення це створення планів з очищення забруднених територій, відновлення екосистем та запобігання подальшому екологічному погіршенню.

Залежно від масштабів забруднення та фінансування, відновлення може тривати десятки років. Основними факторами є доступ та удосконалення методів і технологій очищення, кількість залучених спеціалістів, рівень міжнародної підтримки, політична воля до відновлення екології, а не лише інфраструктури.

Отже, газовидобувна галузь залишається ключовим елементом енергетичної незалежності України, навіть у період війни. Проте, необхідно усвідомлювати екологічну ціну цієї діяльності, адже лише системний підхід до екологічного управління, ретельний моніторинг та відновлення екосистем дозволять Україні не лише зберегти довкілля, але й забезпечити сталий розвиток після перемоги.

Література:

1. How Naftogaz drills new wells despite the war. NV Report [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.naftogaz.com/interviews/how-naftogaz-drills-new-wells-despite-the-war-nv-report>.
2. Environmental Impacts of the War in Ukraine and Prospects for a Green Reconstruction [Електронний ресурс] // Recovery Ukraine. – Режим доступу: <https://recovery-ukraine.org/reports/environmental-impacts-of-the-war-in-ukraine-and-prospects-for-a-green-reconstruction/>.
3. The Environmental Impact of the Conflict in Ukraine: A Preliminary Review. United Nations Environment Programme, 2022 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/40746/environmental_impact_Ukraine_conflict.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

ХВОСТОСХОВИЩА ЯК ФАКТОР ТЕХНОГЕННОЇ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ

Фомічова О.В., к. хім. наук, доц.

Івано-Франківський національний університет нафти і газу

м. Івано-Франківськ, Україна

Одними з потенційно небезпечних об'єктів для водних ресурсів України є хвостосховища – природні або штучно створені в природному середовищі земляні ємності для видалення промислових відходів, які переміщуються з місць їх утворення переважно гідравлічним способом через трубопроводи, зберігаються в рідкому, шламо- та пастоподібному станах. Дослідження поточного стану хвостосховищ проведено на основі аналізу даних документації підприємств, державних органів влади та наукових установ, а також інформації з відкритих джерел даних, із застосуванням європейських методик [1].

На території Лисичансько-Рубіжансько-Сєверодонецького промислового вузла розташовано щонайменше три небезпечні об'єкти – накопичувачі заводу «Рубіжанський барвник», відстійники високомінералізованих відходів виробництва кальцинованої соди Лисичанського содового заводу та відстійники ПрАТ «Сєверодонецьке об'єднання «Азот». Попри те, що перші два підприємства вже багато років не працювали, належної рекультивації території не було. Ще до початку повномасштабного вторгнення повідомлялося про перетікання неочищених каналізаційних стоків територією заводу «Рубіжанський барвник», про зростання жорсткості та мінералізації підземних вод.

Очисні споруди КП «Рубіжанське ВУВКГ» скидали неочищені та недоочищені води (2,075 млн. м³ за 2020 рік), в 2020 році було виявлено факти скидання стоків із перевищенням нормативів ГДК забруднюючих речовин, в 2021 році проводилася перевірка підприємства щодо ймовірності зливання неочищених стоків на територію покинутого заводу «Барвник», із якої вони потрапляли в Сіверський Донець [2].

ПрАТ «Сєверодонецьке об'єднання «Азот» – одне з найбільших хімічних підприємств України, знаходиться в місті Сєверодонецьк Луганської області. Це підприємство переробної галузі з виробництва хімічних речовин і хімічної продукції: аміак, азотні мінеральні добрива, органічні спирти і кислоти, товари побутової хімії, вироби з полімерів і полімерних плівок. Підприємство є містоутворюючим, очисні споруди виконують очищення як власних виробничих стічних вод, так і господарсько-побутових стоків міста Сєверодонецьк. Підприємство мало чотири накопичувачі, в експлуатації 40-49 років:

- шламонакопичувач осаду промислових стоків № 1;
- шламонакопичувач № 2;
- шламонакопичувач станції декарбонізації № 3;
- шлаконакопичувач фізико-хімічного очищення № 4.

Під час боїв за Северодонецьк російські війська зруйнували близько 80 % житлових та інфраструктурних об'єктів у місті. Масивних обстрілів зазнав ПрАТ «Северодонецьке об'єднання «Азот», в укриттях якого в різний час знаходилися близько 500 цивільних осіб [3]. Після встановлення в місті окупаційного режиму неможливо одержати дані про те, який обсяг неочищених скидів потрапляє в Сіверський Донець, проте немає сумнівів, що це створює локальну екологічну катастрофу та серйозно погіршує хімічні й бактеріологічні показники води на значній території, зокрема, зважаючи на загрозу маловоддя річки через руйнування Оскільського водосховища, яке балансувало потреби Луганської та Донецької областей у воді.

Територіальне розташування хвостосховищ у зоні постійних обстрілів об'єктивно унеможлиблює здійснення належного контролю за станом без фактичної допомоги з боку Збройних сил України, штабу ООС, СЦКК, ДСНС України та СММ ОБСЄ. Проведення робіт у цій зоні можливе тільки після узгодження дотримання режиму припинення вогню як з боку Збройних сил України, так і з боку збройних формувань російської федерації.

Таким чином, питання безпеки хвостосховищ, які перебувають у зоні бойових дій або у тимчасовій окупації, блокуванні потребують державної та міжнародної підтримки, а саме: створення міжвідомчої робочої групи за участі представників центральних (Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, Міноборони, ДСНС України) і міжнародних організацій, розмінування територій і ділянок, розгляд питання щодо можливості відведення військових позицій від потенційно небезпечного об'єкта; встановлення єдиного порядку узгодження «режиму тиші» в районах розташованих у зоні ведення бойових дій, шляхом розробки нормативно-правового актів (регламенту, порядку тощо) із зазначенням етапів і всіх сторін погодження безпечного доступу.

Отже, наявність зовнішніх і внутрішніх чинників небезпеки хвостосховищ вказує на їхній можливий аварійний вплив на масиви вод, а низький рівень готовності до навколишнього середовища на таких об'єктах може призвести до розповсюдження забруднювальних речовин через гідрографічну мережу і, як наслідок, до посилення негативного впливу від національного до транскордонного масштабів.

Література

1. Методичні рекомендації схвалено протоколом №2 на засіданні науково-технічної ради Держводагентства від 27 листопада 2018 року.
2. Міхалкова Н.В. Аналіз впливу техногенних об'єктів Лисичансько-Рубіжанського промвузла на екологічний стан навколишнього природного середовища/ Н.В. Міхалкова, А.В. Кононенко, І.В. Удалов // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія», 2022. – Вип.56. – С.225-239. Режим доступу: <https://periodicals.karazin.ua/geoeco/article/view/18798/17087>
3. Огляд ситуації з руйнуванням інфраструктури водопостачання та водовідведення в Луганській області. Режим доступу: <https://epl.org.ua/>

ОЦІНКА РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ҐРУНТУ В ЗОНІ ВПЛИВУ АЕРОПОРТУ

*Черняк Л.М., к. т. наук, доц.¹, Томаш Манеуки, д. х. наук, проф.²,
Міхеев, О.М., д. б. наук. с.н.с.³, Дмитруха Т.І., к. т. наук, доцент¹,
Грама О.Ю., студентка¹*

¹Державний університет «Київський авіаційний інститут», м. Київ, Україна

²Лодзинський технічний університет, м. Лодзь, Польща

³Інститут клітинної біології і генетичної інженерії НАН України,
м. Київ, Україна

Розвиток авіаційної галузі супроводжується підвищенням техногенного навантаження як на території авіапідприємств, так і на прилеглі до них зони. У результаті цього спостерігаються погіршення екологічного стану компонентів довкілля в зоні впливу цих підприємств, що зумовлено інтенсифікацією авіатransпортних процесів. Аеропорти чинять комплексний вплив на довкілля, що охоплює всі його компоненти, і цей вплив прямо залежить від інтенсивності застосовуваних технологічних процесів. На сьогодні існує низка нормативно-технічних актів і регламентів, які дозволяють оцінювати рівень екологічної безпеки атмосферного повітря та водних ресурсів (поверхневих і стічних вод) в межах авіапідприємств. Водночас, бракує чіткого та ефективного механізму щодо захисту і контролю стану ґрунтів як на території самих підприємств, так і на прилеглих до них ділянках [1-2]. Метою нашого дослідження була оцінка рівня екологічної безпеки ґрунту в зоні впливу аеропорту для подальшого розроблення рекомендацій щодо впровадження системи моніторингу екологічного стану ґрунтів в зоні впливу даних підприємств. Для дослідження було використано біологічні та фізико-хімічні методи дослідження присутності хімічного забруднення у відібраних на різній відстані від аеропорту пробах ґрунту (50 м, 500 м., 1000 м., 1500 м та 2000 м). Показники, що досліджувались: масова частка нафтопродуктів у ґрунті та вміст важких металів. На основі отриманих значень при біотестуванні ростовим тестом було розраховано індекс фітотоксичності ґрунту і для більшості проб встановлено високий рівень фітотоксичності. Визначення вмісту важких металів у відібраних пробах ґрунту дало можливість розрахувати загальний екологічний ризик для населення, яке проживає в зоні впливу даного аеропорту. У результаті аналізу отриманих даних нами встановлено, що при забезпеченні авіатransпортних процесів, ґрунти в зоні впливу аеропортів зазнають значного техногенного навантаження.

Література

1. <https://www.icao.int> – електронний ресурс (дата звернення: 17.04.2025).
2. L. Rupcic, E. Pierrat, K. Saavedra-Rubio, N. Thonemann, C. Ogugua, A. Laurent, Environmental impacts in the civil aviation sector: Current state and guidance, Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 119, 2023, 103717, ISSN 1361-9209, <https://doi.org/10.1016/j.trd.2023.103717>

Наукове видання

Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване
природокористування: освіта - наука - виробництво - 2025

Тези XXVII Міжнародної науково-практичної конференції
(24-25 квітня 2025 року, м. Харків)

(Українською та англійською мовами)

Видавець і виготовлювач 61022, Харків, майдан Свободи, 6, Харківський
національний університет імені В. Н. Каразіна

ХНУ імені В. Н. Каразіна 61022, Харків, майдан Свободи, 4, Свідоцтво суб'єкта
видавничої справи ДК No 3367 від 13.01.09