

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

КІРЕЙЦЕВА ГАННА ВІКТОРІВНА



УДК 504.064:556.53:504.06:502.51

**НАУКОВІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ
ЕКОЛОГІЧНИМ СТАНОМ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДНИХ
ОБ'ЄКТІВ В УМОВАХ ТРАНСФОРМАЦІЙНИХ ЗМІН**

Спеціальність 21.06.01 – екологічна безпека

Реферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

Житомир – 2025

Дисертація є кваліфікаційною науковою працею на правах рукопису.
Робота виконана в Державному університеті «Житомирська політехніка»
Міністерства освіти і науки України.

Науковий консультант – доктор технічних наук, професор
ХРУТЬБА Вікторія Олександрівна,
Державний університет «Житомирська політехніка»
Міністерства освіти і науки України,
професор кафедри екології та природоохоронних
технологій, м. Житомир

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
ТРОХИМЕНКО Ганна Григорівна,
Національний університет кораблебудування імені
адмірала Макарова
Міністерства освіти і науки України, завідувачка
кафедри екології та природоохоронних технологій,
м. Миколаїв

доктор технічних наук, професор
ПОПОВИЧ Василь Васильович,
Львівський державний університет безпеки
життєдіяльності Державної служби України з
надзвичайних ситуацій
Міністерства освіти і науки України,
проректор з наукової роботи, професор кафедри
екологічної безпеки, м. Львів

доктор технічних наук, ст. наук. співробітник
ЧУМАЧЕНКО Сергій Миколайович,
Державний науково-дослідний інститут авіації
Міністерства оборони України, провідний науковий
співробітник, м. Київ

Захист дисертації відбудеться 11 червня 2025 р. об 11⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 14.052.04 у Державному університеті «Житомирська політехніка» за адресою: 10005, Україна, м. Житомир, вул. Чуднівська, 103, конференц-зала.

З дисертацією можна ознайомитися на офіційному сайті університету за посиланням <https://ztu.edu.ua/site/departament?id=142> та у бібліотеці Державного університету «Житомирська політехніка» за адресою: 10005, м. Житомир, вул. Чуднівська, 103.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 14.052.04



В.О. ШЛАПАК

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. В умовах зростаючого антропогенного навантаження та кліматичних змін особливого значення набуває створення ефективних механізмів управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів, які зазнають інтенсивних трансформацій, що характеризуються незворотністю та кумулятивним ефектом. Спільний вплив урбанізації, кліматичних змін та військових дій спричиняє формування нових, змінених людиною режимів водного стоку, що охоплюють понад третину досліджуваних річкових басейнів.

Воєнні дії особливо негативно впливають на якість води, знижуючи вміст кисню до критичних 2,33 % та збільшуючи концентрації важких металів у 2,5–3,7 рази. Орієнтовно 70 % контрольованих ділянок не відповідають екологічним нормам, водночас моніторинг охоплює лише частину необхідних показників: 34,5 % біологічних, 85,7 % фізико-хімічних та 25 % гідроморфологічних. Дослідження актуальне у зв'язку з необхідністю адаптації до вимог ЄС та розробки інноваційних підходів, що враховують сучасні виклики.

Теоретичні основи управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів активно досліджуються завдяки їх вирішальному значенню для забезпечення якості води та здоров'я екосистем. Фундаментальні аспекти екологічної безпеки водних ресурсів вивчали провідні українські вчені: Архипова Л.М., Бедункова О.О., Білявський Г.О., Бондар О.І., Гандзюра В.П., Гриб Й.В., Гребінь В.В., Ісаєнко В.М., Осадчий В.І., Павличенко А.В., Петрук В.Г., Попович В.В., Трофіменко Г.Г., Удод В.М., Шмандій В.М. та інші, які заклали теоретичну основу розуміння механізмів забезпечення екологічної безпеки водних об'єктів. У міжнародному просторі суттєвий внесок зробили Мунте Дж., Постума Л., Альтенбургер Р., Брак В., запропонувавши комплексний підхід до управління хімічними забруднювачами водних об'єктів.

Розробка наукових основ управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів в умовах трансформаційних змін має важливе теоретичне та практичне значення для забезпечення сталого розвитку водного господарства України, охорони водних ресурсів та забезпечення населення якісною питною водою. Комплексний характер проблеми вимагає розробки інноваційних підходів, які враховують як традиційні фактори впливу, так і нові виклики, пов'язані з воєнними діями та кліматичними змінами.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційне дослідження виконано відповідно до Перспективного плану розвитку наукового напрямку «Технічні науки» Державного університету «Житомирська політехніка» за бюджетною програмою 2201390. У 2024 році реалізовано пріоритетний напрям «Розробка системи заходів із відновлення водних ресурсів унаслідок впливу воєнних дій».

Робота відповідає пріоритетній тематиці МОН України (наказ від 07.09.2023 № 1104, у редакції від 04.10.2023 № 1202), зокрема пунктам: 62 «Відновлення річкових басейнів постраждалих внаслідок воєнних дій», 61 «Інноваційні технології оперативного визначення забруднюючих речовин у водних об'єктах унаслідок воєнних дій» та 63 «Управління річковим басейном в умовах зміни клімату».

Автор є виконавцем держбюджетної теми «Розробка механізму сталого розвитку економічних систем в умовах воєнних дій та післявоєнного відновлення економіки» (№ 0124U000463, 2024–2026 рр.) та госпдоговірної теми «Інноваційні механізми сталого розвитку в умовах післявоєнного відновлення» (№ 0124U002718, 2024–2027 рр.), де отримано результати щодо інформаційного забезпечення управління водними ресурсами.

Окремі положення розроблено в межах проєкту «Розробка комплексної системи онлайн-моніторингу стану водних артерій Чернігівської області» (№ 0123U102467), де автором створено архітектуру системи моніторингу та мережу спостережень.

Результати дослідження відповідають Водній рамковій директиві ЄС, узгоджуються із ПУРБ Дніпра та Прип'яті, використовуються в освітньому процесі та програмах із підвищення екологічної свідомості населення.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є розробка теоретико-методологічних засад та наукової концепції інтегрованого управління екологічним станом малих річок як найбільш вразливої категорії поверхневих водних об'єктів в умовах кумулятивного впливу трансформаційних змін, шляхом створення нової парадигми системного моніторингу та багаторівневого управління, за допомогою комплексу геоінформаційних технологій, інноваційних методів дистанційного зондування та системи інтегральних індикаторів для забезпечення збалансованого функціонування, адаптації та відновлення водних екосистем на рівні територіальних громад, у контексті європейських екологічних стандартів та стратегічних цілей сталого розвитку.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

- дослідити еволюцію наукових підходів до забезпечення екологічної безпеки поверхневих водних об'єктів та проаналізувати специфіку факторів трансформаційних змін водних екосистем з урахуванням особливої уразливості малих річок;

- удосконалити методичний підхід до оцінки стану поверхневих водних об'єктів на основі інтеграції геоінформаційних технологій, дистанційного зондування та спектральних індексів для забезпечення комплексного моніторингу трансформаційних змін;

- удосконалити методи оцінки екологічного стану поверхневих водних об'єктів на основі комплексного застосування коефіцієнтів накопичення та донної акумуляції важких металів з виділенням рівнів екологічної ситуації;

- розробити та впровадити комплексну систему автоматизованого моніторингу якості поверхневих водних об'єктів із використанням високоточного обладнання та геоінформаційних технологій;

- розробити та апробувати комплексну методику оцінки даних моніторингу поверхневих водних об'єктів на основі інтеграції SWOT-аналізу з багатовимірними статистичними методами для виявлення взаємозв'язків між екологічними факторами та формування науково обґрунтованої системи індикаторів екологічної безпеки поверхневих водних об'єктів;

- удосконалити систему геоінформаційного моніторингу поверхневих водних об'єктів з інтеграцією водоохоронних зон у міські кадастри;

- розробити систему інтегрованого управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів територіальної громади з використанням комплексного методологічного підходу та формуванням інтегрального показника ефективності;

- створити багаторівневу модель індикаторів для оцінки ефективності управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів територіальної громади на період до 2050 року з урахуванням екологічних, соціальних та економічних аспектів водокористування;

- розробити та обґрунтувати методику ідентифікації й мінімізації ризиків реалізації водної стратегії міських громад із застосуванням багатокритеріального аналізу та ранжуванням загроз для забезпечення екологічної безпеки поверхневих водних об'єктів;

- розробити концептуальну модель формування екологічної свідомості громади в контексті інтегрованого управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів із визначенням ключових інструментів впливу та їх взаємозв'язків;

- обґрунтувати методику оцінювання пріоритетності та складності впровадження заходів із екологічної освіти з урахуванням ресурсних обмежень територіальної громади;

- розробити багаторівневу дорожню карту забезпечення управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів територіальної громади з послідовними етапами реалізації, індикаторами виконання, механізмами координації та системою моніторингу, що відповідає європейським екологічним стандартам.

Об'єктом дослідження є процес управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів в умовах трансформаційних змін природного та антропогенного характеру.

Предметом дослідження є наукові основи, методи та інструменти управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів, що містять геоінформаційні технології, системи онлайн-моніторингу та механізми інтегрованого управління на рівні територіальної громади.

Методи дослідження. У роботі для вирішення поставлених завдань використано комплекс сучасних методів наукових досліджень: бібліометричного аналізу (VOSviewer) – для дослідження еволюції наукових підходів до забезпечення екологічної безпеки водних об'єктів; системного аналізу – для розробки концептуальних засад інтегрованого управління на чотирьох рівнях (стратегічному, тактичному, оперативному та зовнішньому); геоінформаційного аналізу (QGIS v.3.348) – для створення цифрових моделей рельєфу та геопросторового аналізу водозбірних територій; дистанційного зондування (Landsat Collection 2 Level 2) – для розрахунку індексів NDWI та NDVI для моніторингу водних об'єктів; фізико-хімічного аналізу – для визначення гідрохімічних параметрів води та вмісту важких металів; експертного оцінювання – для SWOT-аналізу із залученням фахівців; статистичного аналізу – для обробки результатів із розрахунком довірчих інтервалів, кореляційного (460 пар показників) та кластерного аналізу; SMART-методики – для формулювання цілей з кількісними показниками до 2030–2050 років; математичного моделювання – для розробки системи онлайн-моніторингу на базі обладнання eXact

iDip та YSI EXO2; порівняльного аналізу – для оцінки трансформаційних змін екосистем річок.

Достовірність результатів забезпечується використанням стандартизованих методик досліджень (ДСТУ ISO 5667-6:2009, ДСТУ ISO 5667-12:2001, атестовані згідно ДСТУ методи хімічного аналізу), сучасного аналітичного обладнання (атомно-емісійна спектрометрія з індуктивно-зв'язаною плазмою, фотометр eXact iDip, багатопараметричний зонд YSI EXO2), статистичної обробки даних (використання програмного забезпечення Statistica 10.0 з розрахунком коефіцієнтів кореляції Пірсона при рівні значущості $p < 0,05$), тривалого періоду спостережень (1990-2023 роки з регулярним моніторингом), експертного оцінювання за 7-бальною шкалою Міллера групою з 16 спеціалістів, верифікації результатів шляхом порівняння з даними референтних об'єктів (річка Парма, Італія), апробації розроблених рішень на досліджуваних водних об'єктах та узгодженості отриманих результатів з сучасними науковими дослідженнями в галузі.

Наукова новизна отриманих результатів:

уперше:

- розроблено системну модель інтегрованого управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів територіальної громади, що базується на комплексному підході та містить шість взаємопов'язаних методів та інтегральний показник ефективності, які реалізуються на чотирьох рівнях управління, що дозволяє підвищити ефективність ухвалення управлінських рішень щодо гарантування екологічної безпеки водних об'єктів;

- запропоновано багаторівневу модель з дев'яти ключових індикаторів для оцінки ефективності управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів територіальної громади на період до 2050 року з конкретними цільовими значеннями на 2030, 2040 та 2050 роки, що дозволяє оптимізувати процес моніторингу та ухвалення управлінських рішень відповідно до вимог Водної рамкової директиви;

- розроблено інтегровану методику ідентифікації та мінімізації ризиків реалізації водної стратегії міських громад, що базується на багатокритеріальному аналізі та охоплює п'ять стратегічних цілей з оцінкою спеціальних та загальних ризиків, їх систематизацією за ймовірністю настання та рівнем впливу, що дозволяє підвищити оперативність реагування;

удосконалено:

- комплексну систему автоматизованого моніторингу стану поверхневих водних об'єктів шляхом інтеграції високоточного обладнання з геоінформаційною платформою, що, на відміну від існуючих, забезпечує вимірювання 40 параметрів якості води в режимі реального часу з обробкою до 1000 запитів/с, що дає змогу значно підвищити оперативність ухвалення управлінських рішень;

- методику оцінки стану поверхневих водних об'єктів шляхом інтеграції шести аналітичних засобів і застосування індексів NDWI та NDVI на базі даних Landsat за 1990–2023 роки, що, на відміну від чинних, забезпечує комплексну оцінку трансформаційних змін, створюючи основу для моніторингу взаємозалежності гідрологічних циклів та впливу кліматичних змін на стан поверхневих водних об'єктів;

– методи оцінки екологічного стану поверхневих водних об'єктів на основі комплексного застосування коефіцієнтів накопичення та донної акумуляції важких металів із виділенням трьох рівнів екологічної ситуації, що, на відміну від чинних, дає змогу врахувати кумулятивний ефект забруднення та об'єктивно характеризувати рівень забруднення поверхневих водних об'єктів;

– підходи до забезпечення інтегрованого управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів територіальної громади шляхом розробки багаторівневої дорожньої карти з чотирма послідовними етапами на період 2025–2050 років, що, на відміну від наявних моделей, створило передумови для впровадження чітких кількісних індикаторів виконання, механізмів координації між стейкхолдерами та системи моніторингу результативності;

набуло подальшого розвитку:

– методи оцінки та аналізу даних моніторингу поверхневих водних об'єктів шляхом інтеграції SWOT-аналізу з багатовимірними статистичними методами, що дозволило ідентифікувати 47 природних кластерів факторів впливу;

– науково-методичний підхід до формування екологічної свідомості в системі інтегрованого управління, який ґрунтується на восьми інструментах та забезпечує системне залучення місцевого населення;

– теоретичне обґрунтування екологічної безпеки поверхневих водних об'єктів з урахуванням кумулятивної дії антропогенних, кліматичних та військових факторів, що дозволяє формувати адаптивні інтегровані системи управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів.

Практичне значення і реалізація отриманих результатів:

– *міжнародний рівень:* розроблено програмно-аналітичний комплекс моніторингу поверхневих водних об'єктів Чернігівської області спільно зі Світовим центром даних «Геоінформатика та сталий розвиток» за сприяння Програми розвитку ООН (ПРООН) в Україні (довідка № д0204/25, від 20.02.2025 р.);

– *національний рівень:* впроваджено методику оцінки загроз використання поверхневих водних об'єктів в умовах післявоєнного відновлення (ТОВ «Офіс сталих рішень», довідка № Д-24.11/18 від 18.11.2024 р.); розроблено методичні рекомендації з оцінки екологічного стану поверхневих водних об'єктів (ГС «Асоціація професіоналів довкілля», довідка № 337-1012/24 д, від 10.12.2024 р.);

– *регіональний рівень:* розроблено рекомендації для відновлення поверхневих водних об'єктів у Програмі комплексного відновлення Житомирської області на 2024–2030 роки (Департамент екології та природних ресурсів Житомирської ОДА, довідка № 648/1-1, від 03.03.2025 р.); впроваджено методику моніторингу екологічного стану поверхневих водних об'єктів в умовах техногенного навантаження (Державна екологічна інспекція Поліського округу, довідка № 17/25-д, від 10.02.2025 р.); результати застосовано під час розробки Екологічної стратегії Житомирської міської територіальної громади (Житомирська міська рада, довідка № 03-14 від 04.03.2025 р.);

– *суб'єкти господарювання:* впроваджено методику оцінки трансформаційних змін поверхневих водних об'єктів (ТОВ «НВП «Екологічні інновації», довідка № 13.11.-24-2, від 13.11.2024 р.); розроблено рекомендації щодо оцінки впливу на

довкілля для об'єктів, що впливають на стан водних об'єктів (ТОВ «ЕКО-МБ», довідка № 09/12-01, від 09.12.2024 р.);

– *освітній процес*: результати впроваджено у викладання профільних дисциплін Державного університету «Житомирська політехніка» (довідка № 44-24.00/1757 від 17.03.2024 р.).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійно виконаним науковим дослідженням, у якому реалізовано авторське бачення наукових основ управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів в умовах трансформаційних змін. Робота базується на комплексному підході до оцінки та управління екологічною безпекою поверхневих водних об'єктів із застосуванням геоінформаційних технологій, методів дистанційного зондування та наземних спостережень.

Авторка безпосередньо брала участь у розробці комплексної системи управління поверхневими водними об'єктами громади, проведенні польових досліджень та створенні системи моніторингу. Особисто виконано геоінформаційний аналіз трансформаційних змін водних об'єктів, розрахунки спектральних індексів, статистичну обробку даних та багатокритеріальний аналіз для ухвалення управлінських рішень. Авторкою розроблено систему індикаторів ефективності управління, механізми адаптації до трансформаційних змін та методи відновлення порушених поверхневих водних об'єктів.

Висновки та положення, викладено у тексті роботи, отримані авторкою самостійно. Основні результати досліджень наведено в наукових працях [1–39].

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати дисертаційного дослідження доповідалися та обговорювалися на міжнародних конференціях: «Моніторинг геологічних процесів та екологічного стану довкілля» (м. Київ, 2023 р.), «Наукові інновації: теоретичні інсайти та практичний вплив» (м. Неаполь, 2025 р.); всеукраїнських наукових конференціях: «Актуальні проблеми природоохоронного законодавства» (м. Рівне, 2024 р.), та інших наукових заходах, поданих у списку публікацій у рефераті [40–59].

Публікації. За результатами дисертаційного дослідження опубліковано 70 наукових праць у фахових виданнях України, виданнях, зарахованих до міжнародних наукометричних баз даних, та закордонних виданнях: 5 публікацій у виданнях, що індексуються міжнародною наукометричною базою даних Scopus; одноосібна монографія за темою дослідження; 2 розділи у колективних монографіях України та 2 розділи у зарубіжних колективних монографіях; 32 наукові статті, з них: 17 статей у фахових виданнях з переліку МОН України; 15 статей в інших виданнях; 3 навчальні посібники; 20 тез доповідей у збірниках матеріалів конференцій; 5 свідоцтв про реєстрацію авторського права на твір.

Структура дисертації. Дисертація містить вступ, сім розділів, висновки, список джерел літератури, який має 323 найменування на 35 сторінках, та 16 додатків на 54 сторінках. Повний обсяг дисертації становить 375 сторінок, робота містить 96 рисунків та 67 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано ідею, мету і завдання досліджень, визначено наукову новизну та практичну цінність

отриманих результатів, дані про особистий внесок здобувача, апробацію результатів дисертації, структуру і обсяг роботи.

Перший розділ містить аналіз еволюції наукових підходів до забезпечення екологічної безпеки поверхневих водних об'єктів, дослідження факторів трансформаційних змін водних екосистем, проведення порівняльної характеристики сучасного стану та ефективності систем моніторингу поверхневих водних об'єктів в Україні, а також вивчення світової практики адаптивного управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів.

За результатами бібліометричного аналізу публікацій у базі даних Scopus (проаналізовано 2835 публікацій) виявлено експоненційне зростання наукового інтересу до проблематики забезпечення екологічної безпеки поверхневих водних об'єктів з початку 2000-х років, водночас встановлено домінування екологічних наук (39,6 %) у структурі досліджень, значний внесок соціальних наук (14,7 %), наук про Землю (11,3 %), інженерних (9,4 %) та сільськогосподарських наук (7,9 %), що свідчить про формування інтегрованого підходу до вирішення проблем збереження водних ресурсів. На основі систематизації підходів до вивчення проблеми водокористування в науковій літературі було сформовано і теоретично обґрунтовано поняття «трансформаційні зміни водних об'єктів». Це визначення охоплює суттєві, часто незворотні зміни у структурі, функціонуванні та екологічній стабільності водних середовищ, спричинені природними та антропогенними факторами. Інтегрований підхід дозволив систематизувати фактори впливу на поверхневі водні об'єкти. Виділено три ключові комбінації факторів: урбанізація + кліматичні зміни, урбанізація + воєнні дії, кліматичні зміни + воєнні дії, для кожної з яких визначено кількісні індикатори впливу.

Аналіз існуючої системи моніторингу поверхневих водних об'єктів в Україні показав недостатнє охоплення необхідних показників: із 29 біологічних показників моніторинг здійснюється лише для 10 (34,5 %), з 14 фізико-хімічних – 12 (85,7 %), з 8 гідроморфологічних – 2 (25 %). На основі порівняльного аналізу міжнародних практик (європейської, американської, канадської та азійської моделей) обґрунтовано необхідність удосконалення вітчизняної системи моніторингу через впровадження автоматизованих станцій контролю, розвиток дистанційних методів та оновлення лабораторної бази.

У **другому** розділі розроблено та обґрунтовано комплексну методологію дослідження управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів в умовах трансформаційних змін.

Наведена концептуальна схема (рис. 1) відображає комплексну систему науково-методичних основ інтегрованого управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів в умовах трансформаційних змін. Система базується на засадах Водної Рамкової Директиви ЄС та містить 11 ключових компонентів: системну модель інтегрованого управління з шістьма методами на чотирьох рівнях; багаторівневу систему індикаторів для оцінки до 2050 року; методику ідентифікації ризиків; комплексний автоматизований моніторинг з 40 параметрами; інтеграцію аналітичних інструментів з використанням даних Landsat; методи оцінки екологічного стану на основі коефіцієнтів накопичення; оцінку трансформаційних змін під впливом різних типів антропогенного навантаження; багаторівневу дорожню карту на 2025–2050 роки; статистичні методи аналізу з кореляційним і кластерним аналізом; науково-методичний підхід до формування екологічної свідомості; теоретичне обґрунтування екологічної безпеки з урахуванням кумулятивних факторів.

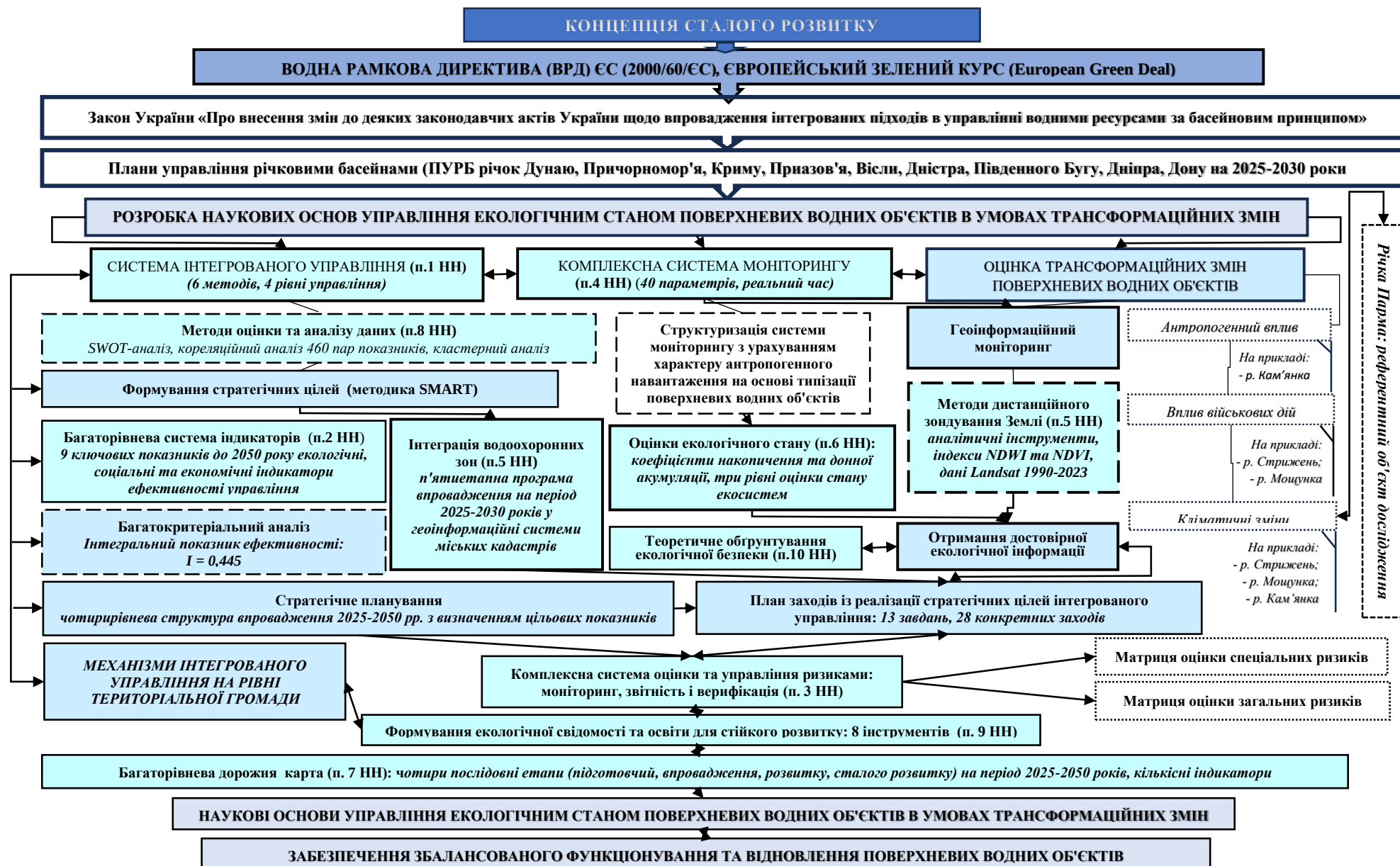


Рис. 1. Структурно-логічна модель дисертаційного дослідження

Запропонована система забезпечує комплексний підхід до збалансованого функціонування та відновлення поверхневих водних об'єктів на рівні територіальних громад відповідно до європейських стандартів та Цілей сталого розвитку.

У **третьому** розділі проведено оцінку динаміки змін поверхневих водних об'єктів за нормалізованим індексом NDWI, виконано аналіз змін рослинного покриву прибережних територій за нормалізованим індексом NDVI, а також здійснено порівняльний аналіз впливу трансформаційних змін на поверхневі водні об'єкти за допомогою нормалізованих індексів NDVI/NDWI.

Аналіз ретроспективних кліматичних даних (рис. 2, рис. 3) виявив контрастні тенденції: для Італії характерно помірне підвищення температури (+1,2°C) з тенденцією до збільшення опадів, тоді як Україна демонструє більш виражене потепління (+1,5°C) зі зменшенням кількості опадів.

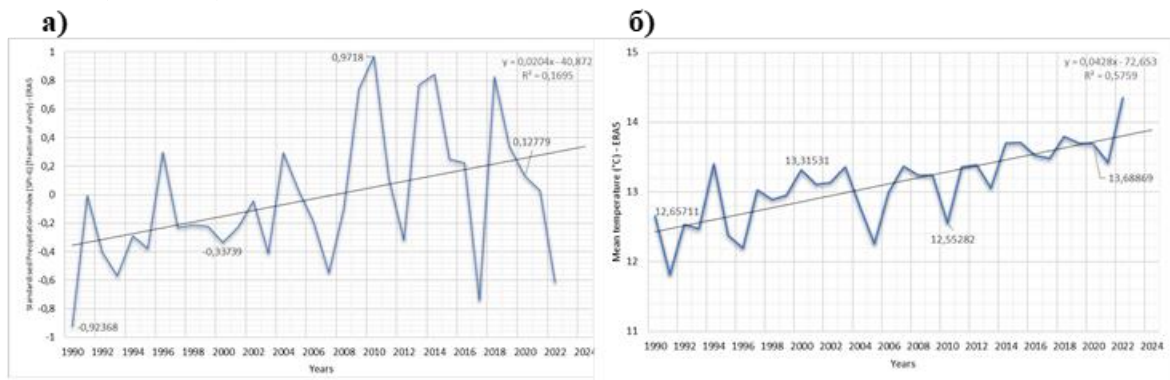


Рис. 2. Ретроспективні кліматичні дані для Італії з 1990 року до теперішнього часу:
а) стандартизований індекс опадів (SPI-6), б) середня температура (°C)

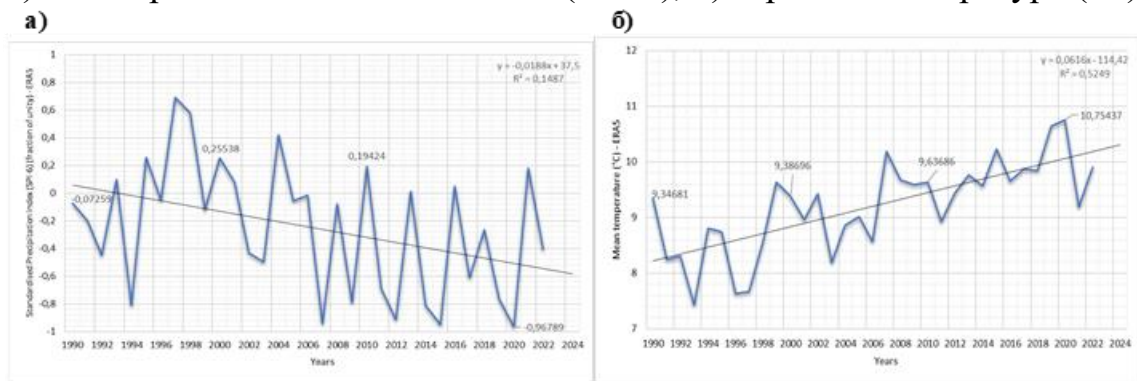


Рис. 3. Ретроспективні кліматичні дані для України з 1990 року до теперішнього часу:
а) стандартизований індекс опадів (SPI-6), б) середня температура (°C)

Дослідження часових змін рослинного покриву та вмісту води в басейні річки Кам'янка обрано у зв'язку з її репрезентативністю для малих урбанізованих річок Полісся та особливостями гідрологічного режиму в умовах зростаючого антропогенного навантаження. Ці характеристики дозволяють використовувати отримані результати для розробки адаптаційних стратегій управління водними ресурсами подібних поверхневих водних об'єктів (рис 4). На рисунку чітко простежується значне переважання середніх та високих значень NDVI (0,2-0,6), що свідчить про достатній розвиток рослинності в басейні, тоді як індекс NDWI

демонструє переважно низькі та середні значення (-0,3-0,2), що характерно для територій з помірним водним стресом. Примітно, що динаміка обох індексів має чітко виражений сезонний характер з піками у вегетаційний період.

Кореляційний аналіз підтвердив сильні взаємозв'язки між температурою та індексами рослинності для басейнів Парми (-0,71/-0,78) та Кам'янки (-0,82/-0,85) (табл. 1). Така різниця вказує на вищу чутливість української річки до температурних змін. Водночас, стандартизований індекс опадів (SPI-6) демонструє помірний прямий зв'язок з обома індексами для обох річок, що підтверджує вагому роль опадів у формуванні стану рослинного покриву та водного режиму.

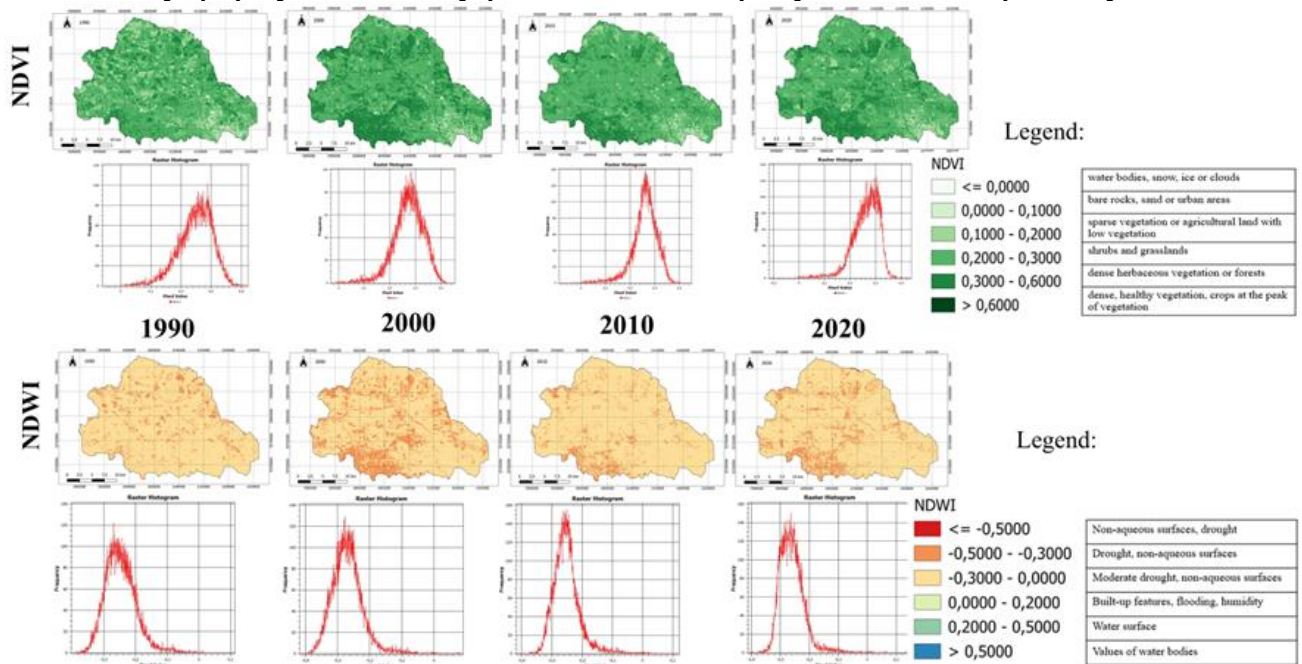


Рис. 4. Часові зміни рослинного покриву (NDVI) та вмісту води (NDWI) басейну річки Кам'янка (1990–2020) (розроблено автором)

Таблиця 1

Коефіцієнти кореляції між кліматичними параметрами та індексами рослинності для басейнів річок Парма та Кам'янка (1990–2020)

Параметри	Басейн Парми	Басейн Кам'янки
Температура порівняно з NDVI	-0,71*	-0,82**
Температура порівняно з NDWI	-0,78*	-0,85**
SPI-6 порівняно з NDVI	0,65*	0,61*
SPI-6 порівняно з NDWI	0,73*	0,69*

Примітка: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Просторово-часові зміни рослинного покриву та водозабезпеченості басейну річки Мощунка за період 1990–2023 рр., наведено на рис. 5, включено як найбільш показовий приклад впливу воєнних дій на водні екосистеми, оскільки ця річка з перших днів повномасштабного вторгнення перебувала в зоні активних бойових дій та окупації, що дозволяє об'єктивно оцінити масштаб екологічних порушень спричинених військовими діями порівняно з довготривалими кліматичними змінами.

На основі комплексного аналізу запропоновано класифікацію чотирьох типів екосистемних трансформацій: стабільна з тенденцією до покращення (басейн річки Кам'янка), адаптивна з ознаками водного стресу (басейни річок Парма та Стрижень до 2022 року), деградує з критичним водним стресом (басейни річок Стрижень та Мощунка після початку воєнних дій) та нестабільна з ознаками відновлення (окремі ділянки басейну річки Парма в період 2010–2020 років), що має критичне значення для розробки диференційованих програм управління та відновлення поверхневих водних об'єктів.

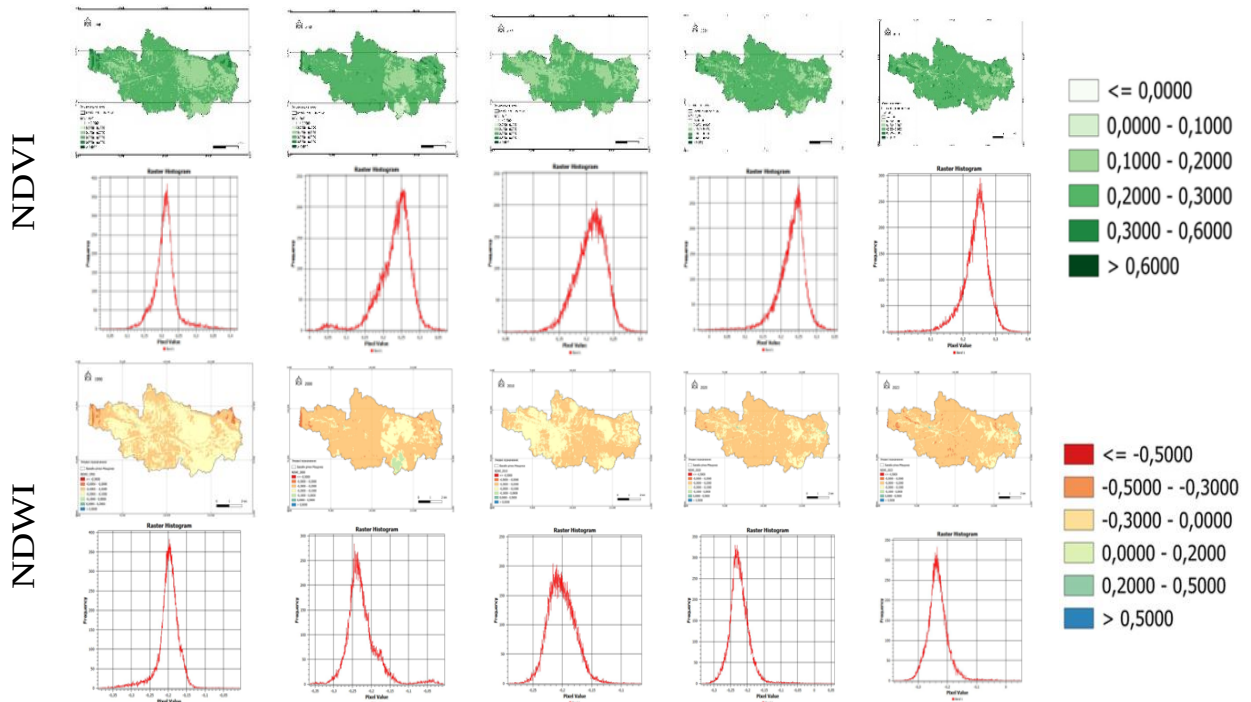


Рис. 5. Просторово-часові зміни рослинного покриття та водозабезпеченості басейну річки Мощунка за даними дистанційного зондування (1990–2023 рр.)
(розроблено автором)

У **четвертому** розділі розроблено методику комплексної оцінки екологічного стану трансформованих поверхневих водних об'єктів з виділенням трьох рівнів екологічної ситуації за коефіцієнтами накопичення та донної акумуляції важких металів.

На прикладі урбанізованої річки Кам'янки виявлено погіршення якості води (2021–2023): зростання концентрацій нітритів до 0,356 мг/дм³ (4,45 ГДК), фосфатів до 4,84 мг/дм³ (7 ГДК) та високий рівень забруднення донних відкладів Fe²⁺, Mn²⁺, Al³⁺. Макрофітний індекс MIR показав поганий екологічний стан на більшості досліджених ділянок. Дослідження річки Мощунки виявило різкі зміни внаслідок воєнних дій: критичне зниження кисню з 277 до 22 мг/дм³, зростання ХСК з 9,30 до 119,30 мгО/дм³, підвищення азоту нітратного з 0,94 до 4,14 мг/дм³.

Порівняльний аналіз розподілу важких металів у компонентах екосистем річок Кам'янка та Мощунка (табл. 2) показав принципові відмінності: для урбанізованих територій характерне поступове накопичення поллютантів у донних відкладах з

високими коефіцієнтами донної акумуляції, тоді як воєнний вплив спричиняє раптові зміни з різкими коливаннями концентрацій у воді, що обґрунтовує необхідність диференційованого підходу до їх відновлення.

Отже, для урбанізованих водотоків пріоритетним є впровадження довгострокових програм реабілітації з акцентом на модернізацію очисних споруд та моніторинг, тоді як для пост-мілітарних об'єктів необхідне проведення термінових заходів із видалення небезпечних речовин та відновлення природних гідрологічних режимів.

Таблиця 2

Порівняльна характеристика розподілу важких металів в умовах різних типів антропогенного навантаження

Параметр	р. Кам'янка (урбанізація)	р. Мощунка (воєнні дії)	Особливості впливу
Fe ^{2+/3+} у воді	0,2–0,4 мг/дм ³	0,15–0,47 мг/дм ³	спостерігаються різкіші коливання за умов воєнного впливу
Fe ^{2+/3+} у донних відкладах	3862 мг/кг	360–1722 мг/кг	вища акумуляція спостерігається в умовах урбанізації
Cu ²⁺ у воді	0,02 мг/дм ³	0,04–0,05 мг/дм ³	вищі концентрації виявлені за умов воєнного впливу
Cu ²⁺ у донних відкладах	5,2 мг/кг	0,86–2,0 мг/кг	більше накопичення зафіксовано в умовах урбанізації
Mn ²⁺ у воді	0,013 мг/дм ³	0,001–0,015 мг/дм ³	не виявлено значних відмінностей між різними типами впливу
Mn ²⁺ у донних відкладах	127 мг/кг	10,46–50 мг/кг	вища акумуляція спостерігається в умовах урбанізації
Zn ²⁺ у донних відкладах	36,7 мг/кг	6,6–33,1 мг/кг	більше накопичення зафіксовано в умовах урбанізації

У п'ятому розділі обґрунтовано вибір пунктів спостереження за станом поверхневих водних об'єктів регіону, визначено вимоги до технічних засобів автоматизованої системи вимірювання гідрохімічних параметрів поверхневих вод із застосуванням IoT-технологій, а також розроблено систему онлайн-моніторингу поверхневих водних об'єктів регіону з застосуванням IoT-технологій.

Дослідження екологічного стану поверхневих водних об'єктів, проведені в попередніх розділах, виявили системні проблеми із забрудненням та недостатню ефективність існуючих систем контролю, яка охоплює лише 22,4 % параметрів, необхідних згідно з вимогами Водної Рамкової Директиви ЄС. Це підтвердило критичну необхідність розробки та впровадження сучасних автоматизованих систем моніторингу.

На основі виявлених проблем створено концепцію інноваційної системи моніторингу, яка наразі впроваджується в рамках міжнародного проєкту ПРООН. Науково обґрунтовано оптимальну локалізацію 25 автоматизованих станцій контролю та розроблено комплекс технічних вимог до сенсорних датчиків. Система, реалізована на базі ArcGIS Hub за концепцією комплексного управління екологічним станом (рис. 6), забезпечує вимірювання 40 параметрів якості води в режимі реального часу з обробкою до 1000 запитів/с. Запропоновані принципи структуризації

системи моніторингу мають універсальний характер і створюють науково-практичну основу для впровадження аналогічних систем в інших регіонах України відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви ЄС.

У шостому розділі проведено багатовимірний статистичний аналіз екологічної безпеки поверхневих водних об'єктів регіону та досліджено фактори їх використання із урахуванням антропогенного навантаження. Здійснено багатофакторний аналіз водогосподарської системи з використанням математичного моделювання для оцінки взаємозв'язків між параметрами якості води. Розроблено підхід до інтеграції водоохоронних зон у геоінформаційні системи міських кадастрів для ефективного управління поверхневими водними об'єктами.



Рис. 6. Структурно-функціональна модель комплексної системи онлайн-моніторингу поверхневих водних об'єктів (розроблено автором)

Проведено SWOT-аналіз екологічного стану поверхневих водних об'єктів Житомирщини (7-бальна шкала Міллера), виявлено 10 сильних, 14 слабких сторін, 11 можливостей та 12 загроз. Найкритичнішою проблемою визначено забруднення водойм (6,44 бала). Кореляційний аналіз 460 пар показників та кластерний аналіз методом k-means виявив 47 природних кластерів факторів впливу на екологічний стан поверхневих водних об'єктів (рис. 7).

Удосконалено інтеграцію водоохоронних зон у ГІС міських кадастрів. Аналіз виявив невідповідності класифікації земель водного фонду в громаді. Розроблено п'ятиетапну програму впровадження ГІС управління водоохоронними зонами (2025–2030), враховуючи підготовку, геодезичне забезпечення, розробку ГІС, впровадження та моніторинг з використанням IoT-сенсорів. Отже, створено науково обґрунтовану інформаційну базу для ухвалення управлінських рішень щодо інтегрованого управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів.

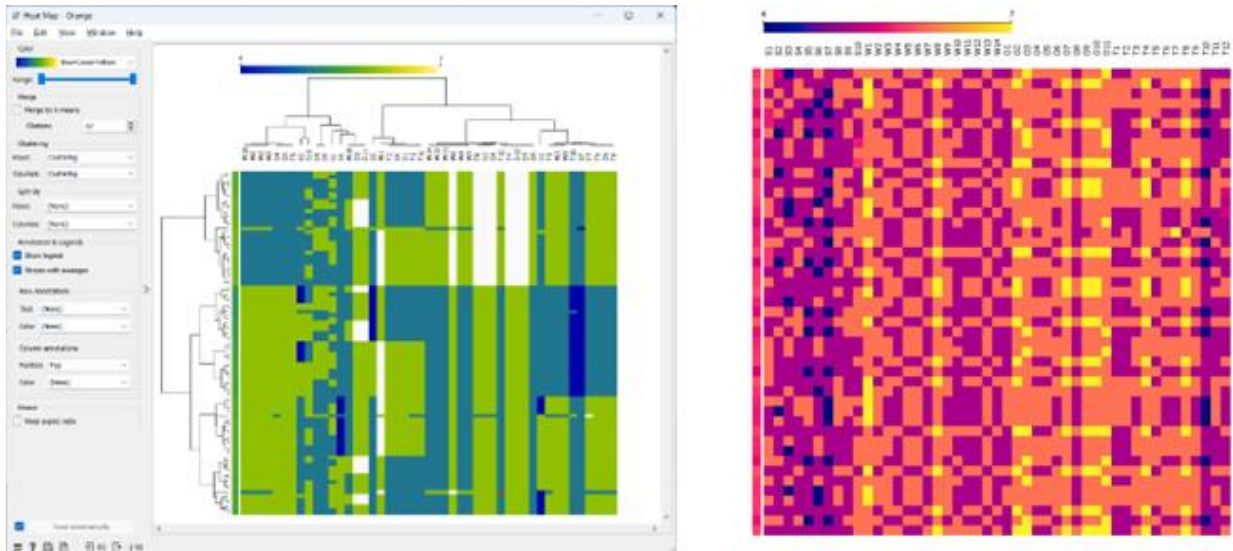


Рис. 7. Результати кластерного аналізу факторів впливу на екологічний стан поверхневих водних об'єктів: теплова карта взаємозв'язків (ліворуч) та щільність розподілу показників (праворуч) (розроблено автором)

У **сьомому** розділі наведено практичні рекомендації щодо впровадження системи інтегрованого управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів територіальної громади. Розроблено систему стратегічного планування та методологічні підходи до аналізу стану поверхневих водних об'єктів. Визначено механізми впровадження стратегії інтегрованого управління та оцінку можливих ризиків. Сформульовано пропозиції щодо реалізації стратегії та формування екологічної свідомості для сталого розвитку громади. Створено дорожню карту впровадження системи управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів з етапами реалізації та очікуваними результатами.

Запропоновано інтегральний показник ефективності управління, що об'єднує екологічну (Е), соціальну (С) та економічну складові (К).

$$I = \alpha_1 + \alpha_2 C + \alpha_3 K. \quad (1)$$

Розроблено концептуальний підхід до формування екологічної свідомості, що містить вісім взаємопов'язаних інструментів впливу (освітні програми, екологічна просвіта, інтерактивні освітні центри, екологічні акції, громадські ініціативи, економічні стимули, громадський моніторинг, комунікаційні стратегії). Створено багаторівневу систему показників оцінки ефективності управління станом поверхневих водних об'єктів (рис. 8) та дев'ять ключових індикаторів із цільовими значеннями на 2030–2050 роки. Розроблено дорожню карту впровадження системи управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів на 2025–2050 рр. з чотирма послідовними етапами: підготовчий етап, етап впровадження, етап розвитку та етап сталого розвитку. Визначено механізми впровадження стратегії, що включають організаційно-управлінські, нормативно-правові, фінансово-економічні, технічні та комунікаційні напрямки з оцінкою їх пріоритетності та складності впровадження, а також проведено комплексну оцінку спеціальних (пов'язаних з

конкретними стратегічними цілями) та загальних (фінансових, технічних, організаційних, соціальних, екологічних) ризиків реалізації з розробкою заходів щодо їх мінімізації. Розроблені рекомендації відповідають вимогам Водної Рамкової Директиви ЄС.



Рис. 8. Багаторівнева система показників оцінки ефективності управління станом поверхневих водних об'єктів Житомирської міської територіальної громади (розроблено автором)

ВИСНОВКИ

За результатами проведеного комплексного дослідження розроблено наукові основи управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів в умовах трансформаційних змін для забезпечення їх збалансованого функціонування та відновлення. Основні наукові та практичні результати роботи полягають у наступному:

1. Проведений бібліометричний аналіз 2835 публікацій з інтегрованого управління водними ресурсами дозволив простежити еволюцію наукових підходів до забезпечення екологічної безпеки поверхневих водних об'єктів. Встановлено поступовий перехід від суто технічних аспектів до комплексного інтегрованого управління з експоненційним зростанням публікацій з початку 2000-х років. У ході

дослідження виявлено формування чотирьох взаємопов'язаних дослідницьких кластерів: технічного, управлінського, екологічного та соціально-економічного, що свідчить про багатовимірність проблематики водокористування. На основі цього аналізу сформовано систему критеріїв оцінки трансформації водних екосистем, яка містить гідрологічні, фізико-хімічні та біологічні показники з чіткими індикаторами критичних змін.

2. Спираючись на виявлені критерії, розроблено вдосконалену методику моніторингу трансформаційних змін водних екосистем, що базується на синергетичному аналізі індексів NDWI і NDVI. Запропонований підхід встановлює функціональні взаємозв'язки між цими індексами, де NDWI виявляє тенденції аридизації територій, а NDVI відображає відповідні зміни у структурі рослинного покриву. Аналіз дозволив класифікувати чотири типи екосистемних трансформацій: стабільна, адаптивна, деградуєча та нестабільна. Референтна річка Парма демонструє стабільно-адаптивний тип з високою кореляцією між індексами ($r = 0,72$), тоді як українські річки демонструють ознаки деградації, особливо внаслідок воєнних дій (зниження кореляції до $r = 0,29-0,34$), що свідчить про трансформацію рослинного покриву прибережних зон у бік зниження вологозабезпеченості території.

3. Поглиблений аналіз забруднення водних об'єктів доповнив результати дистанційного моніторингу та підтвердив необхідність комплексної оцінки їх екологічного стану. Запропоновано підхід на основі коефіцієнтів накопичення ($K_n = 35-150$) та донної акумуляції (КДА = 9769-19310) важких металів з виділенням трьох рівнів екологічної ситуації. Апробація цієї методики демонструє критичні перевищення ГДК у досліджуваних річках, що корелює з виявленими за допомогою індексів NDWI/NDVI трансформаційними процесами та дозволяє прогнозувати довгострокові зміни для розробки ефективних стратегій відновлення водних екосистем.

4. Дослідження водних об'єктів під різними типами антропогенного навантаження виявило принципові відмінності в механізмах деградації водних екосистем. Результати показали, що урбанізаційний вплив (р. Кам'янка) проявляється у поступовому погіршенні гідрохімічних параметрів та високій акумуляції поліутантів у донних відкладах ($KDA[Fe^{2+}] = 19310$, $KDA[Mn^{2+}] = 9769$), тоді як воєнні дії (р. Мощунка) спричиняють раптові зміни гідрохімічного режиму з критичним падінням розчиненого кисню (до 2,33 %), різким зростанням ХСК (до 31,00 %) та концентрацій важких металів (у 2,5–3,7 рази). Виявлені закономірності дозволили обґрунтувати необхідність диференційованого підходу до відновлення водних екосистем та розробити триступеневу систему очищення річкових вод, що враховує зони дрегінгу/кетчінгу, фіторе mediaції та донної акумуляції.

5. Для ефективного оперативного контролю якості води створено комплексну систему автоматизованого онлайн-моніторингу стану поверхневих водних об'єктів. Система базується на інтеграції високоточного обладнання (eXact iDip та YSI EXO2) з геоінформаційною платформою ArcGIS Hub і забезпечує вимірювання 40

параметрів якості води в режимі реального часу з обробкою до 1000 запитів/с. Розроблена мережа з 25 автоматизованих станцій контролю з відстанню між точками спостереження 100 м дозволяє здійснювати оперативний моніторинг стану водних об'єктів. Реалізація системи в межах міжнародного проєкту за підтримки ПРООН для Чернігівської області продемонструвала практичну ефективність теоретичних положень дисертації. Розроблені технічні специфікації та структура системи моніторингу мають універсальний характер і можуть бути адаптовані для інших регіонів України, зокрема для Житомирської області. Впровадження такої системи є важливим елементом технологічного забезпечення ухвалення управлінських рішень та передумовою для розробки комплексного підходу до аналізу отриманих даних.

6. На основі масиву даних моніторингу водних об'єктів розроблено комплексний аналітичний підхід, що поєднує SWOT-аналіз із багатовимірними статистичними методами. Залучення 16 експертів, які оцінювали фактори за 7-бальною шкалою Міллера, дозволило виявити критичні екологічні проблеми, серед яких забруднення водою отримало найвищий бал (6,44). Подальший кореляційний та кластерний аналіз 460 пар показників виявив 47 природних кластерів факторів впливу на екологічну безпеку водних ресурсів та значущі кореляційні зв'язки між різними характеристиками. Особливо цінними виявилися кореляції між наявністю кваліфікованих кадрів та розвитком водної рекреації (1,000), а також між водосховищами для відновлюваної енергії та екологічною обізнаністю населення (0,955), що стало підґрунтям для формування науково обґрунтованої системи індикаторів.

7. Важливим аспектом практичної імплементації результатів дослідження стало вдосконалення системи інтеграції водоохоронних зон у геоінформаційні системи міських кадастрів. Розроблено п'ятиетапну програму впровадження на 2025–2030 рр., що містить підготовчий етап, геодезичне забезпечення, розробку ГІС, впровадження та моніторинг. Аналіз кадастрової системи Житомирської міської ТГ виявив проблеми з класифікацією земельних ділянок водного фонду площею 39,4394 га та визначенням меж водоохоронних зон. Запропоновані геоінформаційні рішення дозволяють подолати ці проблеми та забезпечити ефективне управління водоохоронними зонами відповідно до чинних нормативно-правових вимог.

8. Синтезуючи результати попередніх етапів дослідження, розроблено системну модель інтегрованого управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів територіальної громади. Модель базується на комплексному підході та містить шість взаємопов'язаних методів та інтегральний показник ефективності ($I = 0,445$). Запропонована структура реалізується на чотирьох рівнях управління з урахуванням принципів басейнового управління та Водної Рамкової Директиви ЄС. Така багаторівнева архітектура управління забезпечує системність та послідовність в ухваленні рішень щодо екологічної безпеки водних об'єктів та стає основою для розробки конкретних індикаторів ефективності.

9. Для практичної реалізації системної моделі управління запропоновано

багаторівневу систему з дев'яти ключових індикаторів оцінки ефективності управління водними ресурсами територіальної громади до 2050 року. Система охоплює екологічні, соціальні та економічні аспекти водокористування з конкретними цільовими значеннями на 2030, 2040 та 2050 роки. Така структура індикаторів дозволяє гармонізувати процес управління водними ресурсами з вимогами Водної Рамкової Директиви ЄС та Цілями сталого розвитку ООН, а також забезпечує об'єктивні критерії для оцінки ефективності управлінських рішень на рівні територіальної громади.

10. Враховуючи потенційні виклики при реалізації водної стратегії, розроблено інтегровану методику ідентифікації та мінімізації ризиків для міських громад. Методика ґрунтується на багатокритеріальному аналізі та охоплює п'ять стратегічних цілей розвитку водного господарства з детальною оцінкою спеціальних та загальних ризиків. Запропонована систематизація ризиків за ймовірністю настання та рівнем впливу дозволяє встановити пріоритетність заходів реагування та забезпечити відповідність управлінських рішень вимогам Водної Рамкової Директиви ЄС. Це стає важливим елементом формування стійкої системи управління водними ресурсами на місцевому рівні.

11. Аналіз психологічних та соціальних аспектів управління водними ресурсами дозволив розробити концептуальну модель формування екологічної свідомості в системі інтегрованого управління на рівні територіальної громади. Запропонована модель ґрунтується на восьми взаємопов'язаних інструментах, що забезпечують системний вплив на екологічну поведінку населення. Особливістю розробленої моделі є її адаптивність, інклюзивність та практична спрямованість, що дозволяє залучати місцеве населення до процесів збереження водних ресурсів та підвищувати ефективність управлінських рішень через формування екологічно відповідальної громади.

12. У розвиток концептуальної моделі формування екологічної свідомості запропоновано практичну двокритеріальну методику оцінювання заходів за параметрами пріоритетності та складності впровадження. Проведений аналіз показав, що освітньо-просвітницькі заходи мають високу пріоритетність при середній складності реалізації, що обґрунтовує доцільність їх першочергового впровадження в умовах обмежених ресурсів громади. Така методика стає ефективним інструментом для оптимізації розподілу ресурсів у галузі екологічної освіти та дозволяє максимізувати соціальний ефект від реалізації екологічних програм на місцевому рівні.

13. Інтегруючи всі розроблені компоненти управління, сформовано багаторівневу дорожню карту забезпечення екологічної безпеки поверхневих вод на рівні територіальної громади на період 2025–2050 років. Дорожня карта структурована за чотирма послідовними етапами з детальним описом необхідних ресурсів, що забезпечує реалістичність її впровадження. Важливими елементами карти є система кількісних індикаторів виконання та механізми координації між

стейкхолдерами різних секторів, що створює практичну основу для інтегрованого підходу до управління водними ресурсами відповідно до європейських стандартів.

Отже, результати роботи в сукупності утворюють цілісні наукові основи управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів, які враховують сучасні трансформаційні зміни (враховуючи урбанізаційний вплив та наслідки воєнних дій) та забезпечують необхідну теоретичну і практичну базу для збалансованого функціонування та відновлення водних екосистем.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковано основні результати дисертації:

Монографії:

1. **Кірейцева Г.В.** Управління екологічною безпекою поверхневих водних об'єктів в умовах трансформаційних змін : монографія. Житомир: Бук-Друк, 2024. 300 с. (17,43 друк. арк.).

2. Skyba H.V., **Kireitseva H.V.**, Tsyhanenko-Dziubenko I.Yu. Quality indicators of small rivers' waters: assessment methodology and environmental challenges. Scientific aspects of conserving and restoring natural resources under the modern development of society : collective monograph. Riga: Baltija Publishing, 2024. 600 p. pp. 251–272. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-511-2-11>. (0,34 друк. арк. – розробка системи показників для комплексної оцінки екологічного стану малих річок та обґрунтування критеріїв їх стійкості в умовах антропогенного навантаження)

Статті у наукових фахових виданнях України, у т.ч., що входять до міжнародних наукометричних баз:

3. Zamula I.V., Shavurska O.V., **Kireitseva H.V.** Sustainable Development of Ukraine as an Innovative Approach to Its Post-War Recovery. Science and Innovation. 2024. Vol. 20, № 3. P. 3-16. DOI: <https://doi.org/10.15407/scine20.03.003>. Авторці належить. (**Scopus, Q3**) (0,32 друк. арк. – обґрунтування підходів до забезпечення раціонального використання та відновлення водних ресурсів як ключового елементу сталого розвитку в післявоєнний період)

4. Tsyhanenko-Dziubenko I., **Kireitseva H.**, Fonseca Araújo J. Physiological and biochemical biomarkers of macrophyte resilience to military-related toxic stressors. Journal Environmental Problems. 2024. Vol. 9, № 4. P. 227–234. DOI: <https://doi.org/10.23939/ep2024.04.227>. (**Scopus, Q4**) (0,25 друк. арк. – розробка методики використання біомаркерів макрофітів для оцінки стану водних об'єктів в умовах військових дій та їх відновлення.)

5. **Kireitseva H.**, Šerevičienė V., Khrutba V., Zamula I. Internal and external factors of use and conservation of water resources in Zhytomyr region. Environmental Problems. 2024. Vol. 9, № 1. P. 43-50. DOI: <https://doi.org/10.23939/ep2024.01.043> (**Scopus, Q4**) (заг. обсяг 0,66 друк. арк., особисто авторці належить 0,5 друк. арк. – аналіз факторів впливу на водні об'єкти Житомирщини та розробка основ їх збереження в умовах антропогенних і військових трансформацій)

6. Kapelista I., **Kireitseva H.**, Tsyhanenko-Dziubenko I., Khomenko S., Vovk V. Review of Innovative Approaches for Sustainable Use of Ukraine's Natural Resources. Grassroots Journal of Natural Resources. 2024. Vol. 7, № 3. P. s378-s395. DOI: <https://doi.org/10.33002/nr2581.6853.0703ukr19>. Авторці належить. (**Scopus, Q4**)

(0,3 друк. арк. – аналіз та розробка інноваційних підходів до сталого використання водних ресурсів в умовах трансформаційних змін)

7. **Kireitseva H.**, Demchuk L., Paliy O., Kahukina A. Toxic impacts of the war on Ukraine. International Journal of Environmental Studies. 2023. Vol. 80. P. 267-276. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207233.2023.2170582>. (**Scopus, Q2**) (0,25 друк. арк. – дослідження впливу військових дій на екологічний стан водних об'єктів України в умовах постмілітарних трансформацій)

8. Валерко Р.А., Бондарчук В.М., **Кірейцева Г.В.** Гідрохімічний моніторинг р. Тетерів у межах питного водозабору м. Житомир. Екологічна безпека та технології захисту довкілля. 2025. № 1. С. 3-11. DOI: <https://doi.org/10.31073/ecobezpeka202507-01>. (0,16 друк. арк. – Розробка схеми гідрохімічного моніторингу річки Тетерів та обґрунтування рішень щодо забезпечення екологічної безпеки водозабору)

9. **Кірейцева Г.** Ідентифікація ризиків реалізації водної стратегії міських громад. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences. 2025. № 347(1). С. 603-611. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-347-84> (1,1 друк. арк.).

10. **Кірейцева Г.**, Циганенко-Дзюбенко І. Антропогенні детермінанти деградації гідрохімічних показників водних об'єктів. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences. 2025. № 349(2). С. 540-545. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-349-80>. Авторці належить (0,8 друк. арк. – Визначення антропогенних чинників деградації водних об'єктів та розробка заходів управління їх станом в умовах трансформаційних змін)

11. **Кірейцева Г.**, Циганенко-Дзюбенко І., Хоменко С., Легенчук Р. Застосування багатовимірних статистичних методів для аналізу кліматичних проєкцій. Науковий Журнал Метінвест Політехніки. Серія: Технічні науки. 2025. Випуск 3. С. 26-33. DOI: <https://doi.org/10.32782/3041-2080/2025-3-3>. (0,12 друк. арк. – Розробка алгоритму багатовимірних статистичних методів для прогнозування змін екологічного стану водних об'єктів в умовах клімату)

12. **Кірейцева Г.В.**, Хоменко С.В. Впровадження системи моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів як інструмент євроінтеграції України. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. Кременчук: КрНУ. 2025. Вип. 1(150). С. 81-90. DOI: <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2025.1.10> (0,24 друк. арк. – Розробка засад системи моніторингу та верифікації викидів парникових газів у контексті їх впливу на водні об'єкти)

13. **Кірейцева Г.В.** Теоретичні основи управління екологічною безпекою поверхневих водних об'єктів в умовах антропогенного навантаження. Екологічні науки. 2024. Вип. 6(57). С. 70-74. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.6-57.10> (0,53 друк. арк.)

14. **Кірейцева Г.В.**, Циганенко-Дзюбенко І.Ю., Герасимчук О.Л., Скиба Г.В., Хоменко С.В. GAP-аналіз водокористування у контексті запобігання евтрофікації річки Тетерів в межах урбоєкосистеми м. Житомира. Екологічні науки. 2024. Вип. 4(55). С. 53-58. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.4-55.9>. (0,1 друк. арк. – Розробка методу GAP-аналізу водокористування та заходів запобігання евтрофікації річки Тетерів у міській екосистемі)

15. **Кірейцева Г.В.**, Герасимчук О.Л., Скиба Г.В., Хоменко С.В., Циганенко-Дзюбенко І.Ю. Біоіндикаційна оцінка екологічного стану р. Кам'янка в м. Житомирі за допомогою MIR-індексу. Вісник Кременчуцького Національного університету

імені Михайла Остроградського. Кременчук: КрНУ. 2024. Випуск 3(146). С. 58-65. DOI: <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2024.3.8> (0,1 друк. арк.— Удосконалення методу біоіндикаційної оцінки річки та розробка рекомендацій щодо управління її станом на основі результатів)

16. **Кірейцева Г.В.** Значення екологічної інформації для стійкого розвитку України. Екологічні науки. 2024. Вип. № 2(53). С. 248-253. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.2-53.34> (0,7 друк. арк.)

17. **Кірейцева Г.**, Циганенко-Дзюбенко І., Замула І., Демчук Л. Аналіз стану та моніторинг поверхневих водних об'єктів Чернігівської області. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. 2024. Випуск 1(144). С. 84-91. DOI: <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2024.1.11> (0,2 друк. арк.— Розробка підходів до аналізу стану водних об'єктів та системи їх моніторингу в умовах транскордонного впливу та військових дій)

18. Хоменко С.В., Бельмега І.В., **Кірейцева Г.В.**, Хрутьба В.О. Роль фітоінвазії для природного біорізноманіття заповідних територій України. Екологічні науки. 2024. № 1(52), Т. 2. С. 94-99. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.2.18> (0,1 друк. арк.— Аналіз впливу фітоінвазій на водні екосистеми заповідних територій та розробка заходів управління їх станом)

19. Валерко Р.А., **Кірейцева Г.В.** Обґрунтування природоохоронних заходів для підвищення рівня екологічної безпеки питних підземних вод. Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. 2024. № 1(494). С. 132-138. DOI: [https://doi.org/10.15589/znp2024.1\(494\).19](https://doi.org/10.15589/znp2024.1(494).19) (0,22 друк. арк.— Розробка методів комплексної оцінки екологічної безпеки питних підземних вод та обґрунтування природоохоронних заходів для забезпечення їх якості)

20. **Кірейцева Г.В.**, Циганенко-Дзюбенко І.Ю., Хоменко С.В., Хрутьба В.О., Мазуркевич К.В. Інтеграція LST-індексів та сценаріїв RCP як інструмент прогнозування теплового режиму міст в умовах трансформаційних змін. Екологічна безпека та технології захисту довкілля. 2024. № 6. С. 50-59. DOI: <https://doi.org/10.31073/ecobezpeka202406-06> (0,2 друк. арк.— Розробка способу інтеграції LST-індексів для прогнозування теплових змін міських водних об'єктів та оцінки їх впливу на екологічний стан вод)

21. **Кірейцева Г.В.**, Хоменко С.В., Устименко В.І., Андреєва О.Ю., Палій О.В. Звітність підприємств зі стійкого розвитку як інструмент розвитку екологічної відповідальності. Екологічні науки. 2023. Вип. № 6(51). С. 18-24. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.6-51.3> (0,3 друк. арк.— Розробка показників водокористування для звітності сталого розвитку підприємств та оцінка їх впливу на екологічний стан водойм)

22. Циганенко-Дзюбенко І.Ю., **Кірейцева Г.В.**, Демчук Л.І., Скиба Г.В., Вовк В.М. Оцінка стану та фіторемедіаційного потенціалу антропогенно трансформованих гідроекосистем Малинщини. Екологічні науки. 2023. Вип. 5(50). С. 81-87. URL: <http://eco.j.dea.kiev.ua/archives/2023/5/12.pdf> (0,11 друк. арк.— Розробка способів оцінки фіторемедіаційного потенціалу гідроекосистем та обґрунтування заходів управління їх екологічним станом за антропогенних змін)

23. Пацева І.Г., Алпатова О.М., Демчук Л.І., **Кірейцева Г.В.**, Левицький В.Г. Сучасний стан навколишнього природного середовища в умовах впливу війни. Екологічні науки. 2022. Вип. 4(43). С. 19-22. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.4-43.3> (0,1 друк. арк.— Дослідження впливу військових дій на

екологічний стан поверхневих вод та розробка методів оцінки їх забруднення в умовах трансформаційних змін)

24. Davydova I.V., Korbut M.B., **Kireitseva H.V.** Recommendations for studying of features of implementation of european union standards in the sphere of environmental protection in Ukraine. Екологічні науки. 2021. № 2(35). С. 132-136. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.23>. (0,1 друк. арк.– *Аналіз європейських стандартів та розробка рекомендацій з їх впровадження для інтегрованого управління станом поверхневих вод*)

В інших наукових періодичних виданнях України:

25. Циганенко-Дзюбенко І., **Кірейцева Г.**, Герасимчук О., Скиба Г., Хоменко С. Особливості планування та реалізації моніторингу малих річок в умовах урбанізації та військових дій. Науковий вісник ХДУ. Серія Географічні науки. 2024. № 21. С. 36-46. DOI: <https://doi.org/10.32999/ksu2413-7391/2024-21-4>. (0,2 друк. арк.– *Розробка системи моніторингу малих річок за антропогенних трансформацій та наукове обґрунтування підходів до оцінки їх екологічного стану*)

26. Скиба Г.В., **Кірейцева Г.В.**, Герасимчук О.Л., Циганенко-Дзюбенко І.Ю., Хоменко С.В. Визначення та прогнозування вмісту есенціальних важких металів у поверхневих водах урбанізованих ділянок річки Тетерів (Житомир). Слобожанський науковий вісник. Серія: Природничі науки. 2024. Вип. 2. С. 50-57. DOI: <https://doi.org/10.32782/naturalspu/2024.2.7> (0,1 друк. арк.– *Розробка методики прогнозування динаміки важких металів у поверхневих водах та оцінка їх впливу на екологічний стан водойм урбанізованих територій*)

27. Циганенко-Дзюбенко І., **Кірейцева Г.**, Герасимчук О., Скиба Г., Хоменко С. Антропогенний вплив війни на водні ресурси: аналіз та потенційні шляхи відновлення. Проблеми хімії та сталого розвитку. 2024. № 3. С. 51–59. DOI: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-3-7> (0,1 друк. арк.– *Обґрунтування наукових підходів до відновлення екологічного стану водойм в умовах постмілітарних трансформацій*)

28. Замула І.В., **Кірейцева Г.В.**, Хоменко С.В., Устименко В.І. Оцінка ефективності міжнародної співпраці України у сфері екологічного менеджменту та аудиту: критичний аналіз підходів. Науковий вісник Вінницької академії безперервної освіти. Серія «Екологія. Публічне управління та адміністрування». 2024. Вип. 2. С. 49-56. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-5681-2024-2.06> (0,11 друк. арк.– *Аналіз інструментів міжнародної співпраці у сфері управління водними ресурсами та розробка критеріїв оцінки їх ефективності*)

29. Циганенко-Дзюбенко І., **Кірейцева Г.** Фізіолого-біохімічні механізми стійкості *Planorbis cornutus* L. до впливу хімічних стресорів війни. Науковий вісник Вінницької академії безперервної освіти. Серія «Екологія. Публічне управління та адміністрування». 2023. № 4. С. 18-25. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-5681-2023-4.03> (0,2 друк. арк.– *Дослідження фізіолого-біохімічних індикаторів забруднення водойм в умовах військових дій та обґрунтування їх використання для управління екологічним станом*)

30. Циганенко-Дзюбенко І., Хом'як І., **Кірейцева Г.** Моделювання динаміки водних і прибережно-водних рослинних угруповань у пост-мілітарних умовах. Проблеми хімії та сталого розвитку. 2023. Випуск 2. С. 26–37. DOI: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-2-7> (0,25 друк. арк.– *Розробка методології*

модельовання екологічних трансформацій водних екосистем та обґрунтування підходів до управління їх станом)

31. Демчук Л., **Кірейцева Г.**, Циганенко-Дзюбенко І., Вовк В. Концепція екологічної безпеки держави в контексті сталого розвитку та євроінтеграції. Проблеми хімії та сталого розвитку. 2023. Вип. 1. С. 3–11. DOI: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-1-1> (0,14 друк. арк. – *Формулювання засад забезпечення екологічної безпеки водних об'єктів як складової національної екобезпеки в контексті євроінтеграційних трансформацій*)

32. **Кірейцева Г.В.**, Циганенко-Дзюбенко І.Ю., Гнітецький О.М., Хоменко С.В. Комплексний підхід до інтеграції водоохоронних зон у геоінформаційні системи міських кадастрів. Технічні науки та технології. 2024. Вип. 4(38). С. 325–335. DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-4\(38\)-325-335](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-4(38)-325-335) (0,2 друк. арк. – *Розробка методології інтеграції водоохоронних зон у ГІС та обґрунтування управлінських рішень з охорони поверхневих вод урбанізованих територій*)

33. **Кірейцева Г.В.** Вимоги до технічних засобів автоматизованої системи вимірювання гідрохімічних параметрів поверхневих вод із застосуванням IoT-технологій. Технічна інженерія. 2024. Вип. 2(94). С. 215–223. DOI: [https://doi.org/10.26642/ten-2024-2\(94\)-215-223](https://doi.org/10.26642/ten-2024-2(94)-215-223) (1,00 друк. арк.)

34. Герасимчук О.Л., **Кірейцева Г.В.**, Мельниченко І.С. Критерії та показники оцінки якості підготовки фахівців з екології. Нові технології навчання: збірник наукових праць. ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти». Київ, 2020. Вип. 94. С. 71–76. URL: <http://journal.org.ua/index.php/ntn/article/view/11> (дата звернення: 15.02.2024) (0,1 друк. арк. – *Розробка критеріїв оцінювання професійних компетентностей екологів у сфері управління водними ресурсами*)

35. Хоменко С.В., Тарасюк Г.М., **Кірейцева Г.В.**, Демчук Л.І., Циганенко-Дзюбенко І.Ю. SWOT-аналіз рекреаційно-туристичного потенціалу Житомирської області. Екологічні науки. 2023. Вип. 4(49). С. 194–199. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.4-49.25> (0,1 друк. арк. – *Аналіз екостану водних об'єктів Житомирщини та їх рекреаційного потенціалу в умовах антропогенного впливу*)

36. Андреева О.Ю., Марков Ф.Ф., Іванюк Т.М., Корма О.М., **Кірейцева Г.В.** Різноманіття флори на деяких об'єктах природно-заповідного фонду ДП «Коростенське лісомисливське господарство» Житомирської області. Науковий вісник НЛТУ України. 2022. Вип. 32(4). С. 12–16. DOI: <https://doi.org/10.36930/40320402> (0,09 друк. арк. – *Дослідження гідрофільної флори водойм ПЗФ та її індикаторне значення для оцінки екостану поверхневих вод*)

37. Замула І.В., Травін В.В., **Кірейцева Г.В.**, Палій О.В., Берляк Г.В. Торгівля квотами на викиди парникових газів: обліковий підхід. Економіка. Управління. Інновації. 2022. № 1(30). С. 1–24. URL: <http://eui.zu.edu.ua/article/view/260928> (дата звернення: 15.04.2024) (0,36 друк. арк. – *Обґрунтування впливу парникових газів на екостан водних об'єктів в умовах кліматичних змін*)

38. **Кірейцева Г.В.**, Давидова І.В. Обліково-екологічна інформація як інструмент забезпечення стійкого розвитку. Науковий журнал «Молодий вчений». Серія «Економічні науки». 2015. лютий. №2(17), Ч. 3. С. 1109–1112. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2015_2%286%29_276 (дата звернення: 11.12.2024) (0,15 друк. арк. – *Підходи до формування обліково-екологічної інформації для*

прийняття рішень щодо екобезпеки та розробка показників екологічної результативності підприємств)

39. Замула І.В., **Кірейцева Г.В.** Гармонізація корпоративної звітності з охорони атмосферного повітря. Науковий Вісник Ужгородського університету. Серія «Економіка». Ужгород, 2015. № 1(45), Т. 2. С. 291-295. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/4357> (дата звернення: 12.10.2024) (0,2 друк. арк. – Методичні підходи до формування корпоративної екозвітності та система показників оцінки впливу підприємств на атмосферне повітря в умовах трансформацій)

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

40. **Кірейцева Г.В.,** Циганенко-Дзюбенко І.Ю., Хоменко С.В., Хамдош І. Порівняльний аналіз систем моніторингу поверхневих вод: глобальні перспективи та український контекст. *Scientific Innovation: Theoretical Insights and Practical Impacts*: матеріали І Міжнародної науково-практичної конференції (Неаполь, 13-15 січня 2025 р.). Неаполь, 2025. С. 236-240. (0,2 друк. арк.)

41. **Кірейцева Г.В.** Удосконалення системи моніторингу поверхневих вод на основі автоматизованих засобів вимірювання. *Science, Education, Technology and Society: Global Trends and Regional Aspects* : proceedings of the International Scientific Conference (September 1, 2025). 2025. Р. 61-62. (0,13 друк. арк.)

42. Хоменко С.В., **Кірейцева Г.В.** Біоіндикаційна оцінка екологічного стану р. Кам'янка у м. Житомирі за допомогою MIR-індексу. *Актуальні проблеми природоохоронного законодавства*: тези Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (Рівне, 7 червня 2024 р.). Рівне : НУВГП, 2024. С. 102-105. (0,15 друк. арк.)

43. **Кірейцева Г.В.,** Циганенко-Дзюбенко І.Ю. Гідрографічна мережа Житомирської області: характеристика, використання та проблеми забруднення. Тези *Всеукраїнської науково-практичної on-line конференції аспірантів, молодих учених та студентів, присвяченої Дню науки* (Житомир, 13-17 травня 2024 р.). Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2024. С. 207-208. URL: <http://eztuir.ztu.edu.ua/123456789/8657> (0,1 друк. арк.)

44. Demchyk L., **Kireitseva H.**, Tsyganenko-Dzyubenko I. Features of the application of a systematic approach to the determination of the aquatic environment of anthropogenically transformed hydrotopes [Особливості застосування системного підходу до визначення водного середовища антропогенно трансформованих гідротопів]. *The 51st International scientific and practical conference* (Berlin, May 10-11, 2023). Berlin, 2023. Р. 12-17. (0,13 друк. арк.)

45. Tsyhanenko-Dziubenko I., **Kireitseva H.**, Demchuk L., Vovk V. Hydrochemical Determination of the Teteriv River and the Kamianka River Eutrophication Potential [Гідрохімічне визначення потенціалу евтрофікації річок Тетерів та Кам'янка]. *17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*. 2023. Vol. 2023, № 1. Р. 1-5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520089>. (0,1 друк. арк.)

46. Tsyhanenko-Dziubenko I., **Kireitseva H.**, Demchuk L. Dynamics of Heavy Metal Compounds Allocation in Urbohydrotops of Kyiv Region in Post-Military Conditions [Динаміка розподілу сполук важких металів в урбогідротопах Київської області в постмілітарних умовах]. *17th International Conference Monitoring of Geological*

Processes and Ecological Condition of the Environment. 2023. Vol. 2023, No. 1. P. 1-5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520066>. (0,13 друк. арк.)

47. **Кірейцева Г.В.**, Палій О.В. Аналіз найкращих світових практик впровадження системи розширеної відповідальності виробника (EPR). *Стійкий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування*: тези доповідей 7-го Міжнародного молодіжного конгресу (Львів, 10-11 лютого 2022 р.). Львів : Національний університет «Львівська політехніка», 2022. С. 158. (0,08 друк. арк.)

48. **Кірейцева Г.В.**, Руснак О.С. Новітня цифрова інфраструктура як інструментарій для боротьби зі змінами клімату. *Стійкий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції*: тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених (Житомир, 30 листопада 2022 р.). Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2022. С. 9. (0,03 друк. арк.)

49. Korobiichuk I., Ilchenko A., Shumliakivskyi V., **Kireitseva H.** Estimate of the Impact of Pollutant Emissions from Imported Vehicles from the European Union Countries to Ukraine [Оцінка впливу викидів забруднюючих речовин від імпортованих транспортних засобів з країн Європейського Союзу в Україну]. *Advances in Intelligent Systems and Computing Automation 2022: New Solutions and Technologies for Automation, Robotics and Measurement Techniques*. Publisher: Springer International Publishing. 2022. P. 344-355. DOI:10.1007/978-3-031-03502-9_34. (0,2 друк. арк.)

50. Демчук Л.І., **Кірейцева Г.В.** Аналіз впливу збройної агресії росії на техногенно-екологічний стан в Україні. Перспективи виробництва біосировини енергетичних культур на рекультивованих землях : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Дніпро: ДДАЕУ, 2022. С. 175-179. (0,15 друк. арк.)

51. Демчук Л.І., **Кірейцева Г.В.** Дослідження екологічних проблем та охорона водних ресурсів Житомирської області. *Екологічний форум-2021*: тези доповідей V спеціалізованого міжнародного Запорізького екологічного форуму (Запоріжжя, 14-16 вересня 2021 р.). Запоріжжя: Запорізька торгово-промислова палата, 2021. С. 186. (0,05 друк. арк.)

52. **Кірейцева Г.В.**, Палій О.В., Коцюба І.Г. Екологічна політика як інструмент досягнення цілей стійкого розвитку країни. *Стійкий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції*: тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених (Житомир, 12 листопада 2020 р.). Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2020. С. 16. (0,05 друк. арк.)

53. **Кірейцева Г.В.** Особливості розробки системи індикаторів сталості розвитку. *Сучасні проблеми екології* : тези XV Всеукраїнської наукової on-line конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнародною участю, 28 березня 2019 року. Житомир: ЖДТУ, 2019. С. 108. (0,1 друк. арк.)

54. **Кірейцева Г.В.**, Захаров І.В. Визначення основних чинників забруднення річки Уж. Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції : тези Всеукраїнської науково-практичної конференції, 7 листопада 2019 року. Житомир: ЖДТУ, 2019. С. 10. (0,09 друк. арк.)

55. **Кірейцева Г.В.**, Нікітюк М.Р. Екологічна освіта в контексті сталого розвитку України. Сучасні проблеми екології: тези XIII Всеукраїнської наукової on-line конференції студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю, 15 березня 2017 року. Житомир : ЖДТУ, 2017. С. 6. (0,08 друк. арк.)

56. **Кірейцева Г.В.**, Нікітюк М.Р. Етапи становлення професійної екологічної освіти в Україні. Тези *Всеукраїнської науково-практичної on-line конференції аспірантів, молодих учених та студентів, присвяченої Дню науки*, 10–12 травня 2017 року. Житомир: ЖДТУ, 2017. Т.1. С. 100. (0,04 друк. арк.)

57. **Кірейцева Г.В.**, Давидова І.В. Особливості впровадження механізму торгівлі квотами на підприємствах України. Економіка і менеджмент: сучасні трансформації в епоху глобалізації: тези доповідей *Міжнародної науково-практичної конференції. Клайпеда (Литва): Клайпедський університет*, 2016. С. 231-235. (0,2 друк. арк.)

58. **Кірейцева Г.В.**, Полупан О.В. Екологічні проблеми Житомирської області та шляхи їх вирішення. *Екологічний розвиток країни в рамках Європейської інтеграції: тези Міжвузівської науково-практичної конференції студентів аспірантів і молодих учених*. Житомир : ЖДТУ, 2015. С. 34-35. (0,1 друк. арк.)

59. **Кірейцева Г.В.**, Красовський Р.В. Екологічний податок як елемент сталого розвитку країни. *Екологічний розвиток країни в рамках Європейської інтеграції: тези Міжвузівської науково-практичної конференції студентів аспірантів і молодих учених*. Житомир: ЖДТУ, 2015. С. 73. (0,08 друк. арк.)

**Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:
Монографії:**

60. Demchuk L. I., Patseva I. G., **Kireitseva H. V.**, Kalenska V. P., Tsyganenko-Dziubenko I. Y. A mechanism for ensuring environmental safety in the face of modern challenges and threats. Prospects for sustainable development and ensuring the security of economic systems in the new geostrategic realities : collective monograph. Košice : Vysoká škola bezpečnostného manažérstva v Košiciach, 2023. P. 141–151. (0,14 друк. арк.)

61. Демчук Л. І., Алпатова О. М., **Кірейцева А. В.** Проєктування як стратегія професійної підготовки майбутніх екологів та шляхи його реалізації: колективна монографія. Київ : ТОВ НВП «Росток А.В.Т.», 2021. 124 с. (2,6 друк. арк.)

62. Інформаційне забезпечення економічного механізму охорони та стійкого використання природних ресурсів : монографія / за заг. ред. І. В. Замули ; І. В. Замула, Т. П. Остапчук, В. В. Травін, **Г. В. Кірейцева**. Житомир: ПП «Рута», 2017. 308 с. (4,8 друк. арк.)

Підручники та навчальні посібники

63. Використання сучасних цифрових інструментів для трансформації освіти в умовах криз та небезпек: навч. посіб. / J.-P. Mund, E. Wallor, A. Головка, **Г. Кірейцева** та ін. Київ, 2024. 124 с. DOI: <https://doi.org/10.25313/978-80-88474-30-2>. (0,8 друк. арк.)

64. Замула І. В., Давидова І. В., **Кірейцева Г. В.**, Корбут М. Б., Травін В. В. Стратегія стійкого розвитку: еколого-економічний аспект : навч. посіб. Житомир : Житомирська політехніка, 2023. 192 с. URL: <https://eztuir.ztu.edu.ua/handle/123456789/8553> (дата звернення: 15.04.2025). (3,5 друк. арк.)

65. Скиба Г. В., Герасимчук О. Л., Корбут М. Б., **Кірейцева Г. В.** Аналітична хімія природного середовища : навч. посіб. Житомир : Державний університет «Житомирська політехніка», 2022. 164 с. URL: <https://library.ztu.edu.ua/ftextslocal/prurodnauk/posibnik4.pdf> (дата звернення: 15.04.2025). (2,6 друк. арк.)

Свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір

66. Демчук Л., **Кірейцева Г.**, Циганенко-Дзюбенко І., Вовк В. Концепція екологічної безпеки держави в контексті стійкого розвитку та євроінтеграції :

свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 123349. Дата реєстрації 31.01.2024.

67. Скиба Г.В., Герасимчук О.Л., Корбут М.Б., **Кірейцева Г.В.** Навчально-методичний посібник «Аналітична хімія природного середовища»: свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 113877. Дата реєстрації 19.07.2022.

68. Давидова І.В., Корбут М.Б., **Кірейцева Г.В.** Стаття «Features of implementation of European Union Standards in the sphere of environmental protection in Ukraine within the framework of European integration»: свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 100477. Дата реєстрації 16.11.2020.

69. **Кірейцева Г.В.**, Давидова І.В., Замула І.В., Травін В.В. Комп'ютерна програма «Інтерактивна карта рівня забруднення атмосферного повітря»: свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 95352. Дата реєстрації 14.01.2020.

70. Давидова І.В., Корбут М.Б., **Кірейцева Г.В.**, Панасюк А.В., Мельник В.В. Стаття «Vertical distribution of ^{137}Cs in forest soil after the ground fires»: свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 94644. Дата реєстрації 10.12.2019.

***Примітка:** у дужках зазначено частку авторки у кожній праці.*

АНОТАЦІЯ

Кірейцева Г.В. Наукові основи управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів в умовах трансформаційних змін. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. – Державний університет «Житомирська політехніка», Житомир, 2025.

Дисертація присвячена вирішенню актуальної науково-технічної проблеми створення наукових основ управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів в умовах трансформаційних змін.

У результаті проведення комплексу теоретичних і експериментальних досліджень у дисертації запропоновано та обґрунтовано нові наукові положення, висновки та рекомендації, які дозволяють визначати та підвищувати рівень екологічної безпеки поверхневих водних об'єктів шляхом удосконалення підходів до управління їх станом в умовах трансформаційних змін із застосуванням комплексної системи моніторингу, оцінки та прогнозування екологічних ризиків, а також розробки та впровадження адаптивних управлінських рішень для забезпечення сталого функціонування поверхневих водних об'єктів та раціонального водокористування.

У дисертаційній роботі розроблено та науково обґрунтовано комплексну систему управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів в умовах трансформаційних змін. Бібліометричний аналіз публікацій виявив експоненційне зростання наукового інтересу до проблематики з початку 2000-х років, з домінуванням екологічних наук (39,6 %), соціальних наук (14,7 %) та наук про Землю (11,3 %). Визначено основні фактори впливу на поверхневі водні об'єкти: промислові підприємства (35 %), комунальні стоки (30 %), сільськогосподарська діяльність (25 %).

На основі геоінформаційних технологій та методів дистанційного зондування досліджено просторово-часові трансформації стану річок Кам'янка, Мощунка, Стрижень (Україна) та Парма (Італія) за період 1990–2023 років. Встановлено, що

річка Парма демонструє найбільшу екологічну стійкість з помірними коливаннями NDWI та NDVI, тоді як українські річки демонструють більшу вразливість до кліматичних змін. Особливу увагу приділено дослідженню впливу воєнних дій на басейни річок Стрижень та Мощунка у 2022–2023 роках, де зафіксовано критичне зниження значень екологічних індексів.

За результатами гідрохімічних досліджень на прикладі урбанізованої річки Кам'янка виявлено стійку тенденцію до погіршення якості води, що проявляється у зростанні концентрації забруднюючих речовин. Під час дослідження пост-мілітарного стану річки Мощунка виявлено різкі зміни гідрохімічних показників після воєнних дій. Розроблено систему онлайн-моніторингу поверхневих водних об'єктів з мережею з 25 пунктів спостереження та веб-платформою на базі ArcGIS Hub, що забезпечує комплексний моніторинг якості води через мережу автоматизованих датчиків.

Запропоновано практичні рекомендації щодо впровадження інтегрованого управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів на рівні територіальної громади. Розроблено дорожню карту впровадження системи управління на період 2025–2050 років, структуровану за чотирма етапами. Сформовано систему цільових індикаторів, яка передбачає зменшення втрат води у мережах з 44 % до 12 % до 2050 року, збільшення частки очищених зливових стоків з 10 % до 90 %, підвищення частки повторно використаної води з 1 % до 65 %.

Ключові слова: поверхневі водні об'єкти, екологічна безпека, геоінформаційні системи, воєнний вплив, моніторинг, важкі метали, забруднення, IoT-технології, біорізноманіття, інтегроване управління, ризики, кліматичні зміни, зелений курс, водоохоронні зони, автоматизовані системи, екологічні індикатори, дистанційне зондування, територіальна громада, урбанізація, європейська інтеграція, звітність, сталий розвиток.

ABSTRACT

Kireitseva H.V. Scientific foundations for managing the ecological state of surface water bodies under transformation changes. – Manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences in specialty 21.06.01 – Ecological Safety. – Zhytomyr Polytechnic State University, Zhytomyr, 2025.

The dissertation addresses the pressing scientific and technical problem of developing scientific foundations for managing the ecological state of surface water bodies under transformation changes.

As a result of comprehensive theoretical and experimental research, the dissertation proposes and substantiates new scientific principles, conclusions, and recommendations that enable determining and enhancing the ecological safety level of surface water bodies by improving approaches to managing their condition under transformation changes. This is accomplished through the application of an integrated monitoring system, assessment and forecasting of ecological risks, as well as the development and implementation of adaptive management solutions to ensure sustainable functioning of surface water bodies and rational water use.

The dissertation develops and scientifically substantiates a comprehensive system for managing the ecological state of surface water bodies under transformation changes.

Bibliometric analysis of publications revealed an exponential growth in scientific interest in this field since the early 2000s, with environmental sciences (39.6 %), social sciences (14.7 %), and earth sciences (11.3 %) dominating the research landscape. The main impact factors on surface water bodies were identified as industrial enterprises (35 %), municipal wastewater (30 %), and agricultural activities (25 %).

Using geoinformation technologies and remote sensing methods, spatial and temporal transformations of the Kamyanka, Moshchunka, Stryzhen rivers (Ukraine) and Parma river (Italy) were studied for the period 1990-2023. It was established that the Parma river demonstrates the highest ecological resilience with moderate fluctuations in NDWI and NDVI indices, while Ukrainian rivers showed greater vulnerability to climate change. Special attention was paid to investigating the impact of military operations on the Stryzhen and Moshchunka river basins in 2022-2023, where critical decreases in ecological indices were recorded.

Hydrochemical studies of the urbanized Kamyanka river revealed a persistent trend of water quality deterioration, manifested in increasing concentrations of pollutants. The investigation of the post-military state of the Moshchunka river detected abrupt changes in hydrochemical parameters following military operations. An online monitoring system for surface water bodies was developed with a network of 25 observation points and a web platform based on ArcGIS Hub, providing comprehensive water quality monitoring through a network of automated sensors.

Practical recommendations for implementing integrated management of the ecological state of surface water bodies at the territorial community level were proposed. A roadmap for implementing the management system for the period 2025–2050 was developed, structured in four stages. A system of target indicators was established, which includes reducing water losses in networks from 44 % to 12 % by 2050, increasing the proportion of treated storm water from 10 % to 90 %, and raising the share of reused water from 1 % to 65 %.

Keywords: surface water bodies, ecological safety, geoinformation systems, military impact, monitoring, heavy metals, pollution, IoT technologies, biodiversity, integrated management, risks, climate change, green course, water protection zones, automated systems, ecological indicators, remote sensing, territorial community, urbanization, European integration, reporting, sustainable development.

Формат 60x90 1/16 Папір друкарський. Друк офсетний. Гарнітура Time New Roman.
Ум. друк. арк. 1,13. Тираж: 30 примірників. Віддруковано з готових оригіналів-
макетів автора у Державному університеті «Житомирська політехніка» 10005,
Україна, м. Житомир, вул. Чуднівська, 103