

Голові спеціалізованої вченої ради Д 14.052.04
Державного університету «Житомирська
політехніка»

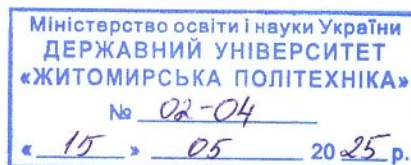
ВІДГУК

*офіційного опонента, доктора технічних наук, старшого наукового співробітника, провідного наукового співробітника Державного науково-дослідного інституту авіації Міноборони України **ЧУМАЧЕНКА Сергія Миколайовича** на дисертаційну роботу **КІРЕЙЦЕВОЇ Ганни Вікторівни** на тему «**Наукові основи управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів в умовах трансформаційних змін**», представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека*

1. Актуальність теми дослідження.

Дисертаційна робота *Кірейцевої Г.В.* присвячена розробці наукових основ управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів в умовах трансформаційних змін, що є вкрай актуальною проблемою для забезпечення екологічної безпеки держави.

Актуальність теми підтверджується катастрофічним станом більшості поверхневих водних об'єктів України, що зазнають інтенсивного антропогенного навантаження промислової та агропромислової діяльності, посиленого впливом кліматичних змін та масштабного воєнно-техногенного навантаження внаслідок бойових дій. Як свідчать дані, наведені автором у роботі, для водних об'єктів характерне зниження вмісту кисню до критичних 2,33%, збільшення концентрацій важких металів у 2,5-3,7 рази, невідповідність екологічним нормам 70% контрольованих ділянок поверхневих вод. При цьому існуюча система екологічного моніторингу охоплює лише частину необхідних показників – 34,5% біологічних, 85,7% фізико-хімічних та 25% гідроморфологічних.



Особливої гостроти проблема набуває з огляду на бойові дії, що призводять до безпрецедентного ураження водних екосистем через руйнування гідротехнічних споруд, забруднення вибуховими речовинами, нафтопродуктами та важкими металами. За таких умов критичного значення набуває комплексний підхід до управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів, що враховує кумулятивну дію різних чинників воєнно-техногенного навантаження та передбачає розробку інноваційних методів екологічного моніторингу і прогнозування.

Актуальність теми також підтверджується її відповідністю пріоритетним напрямкам розвитку науки і техніки України, зокрема пунктам 61, 62, 63 тематики МОН України (наказ від 07.09.2023 № 1104), що стосуються інноваційних технологій визначення забруднюючих речовин у водних об'єктах внаслідок бойових дій, відновлення річкових басейнів, постраждалих внаслідок військових дій, та управління річковим басейном в умовах зміни клімату.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Наукові положення, висновки та рекомендації, представлені у дисертаційній роботі, мають високий ступінь обґрунтованості, що забезпечується:

- використанням комплексу сучасних методів досліджень, включаючи бібліометричний аналіз, геоінформаційне моделювання, дистанційне зондування, математичне моделювання та статистичний аналіз;

- опрацюванням значного обсягу експериментальних даних, отриманих із застосуванням стандартизованих методик та сучасного аналітичного обладнання;

- залученням різноманітних водних об'єктів для аналізу (р. Кам'янка, р. Мощунка, р. Стрижень в Україні та р. Парма в Італії), що дозволило порівняти вплив різних типів трансформаційних змін на водні екосистеми;

- верифікацією результатів шляхом порівняння з даними референтних об'єктів та впровадженням розроблених підходів на практиці.

Ступінь обґрунтованості підтверджено коректністю постановки науково-прикладної проблеми, обґрунтованістю теоретичних припущень, строгістю математичних викладок, порівняльним аналізом результатів чисельних розрахунків та експериментальних даних.

Особливо ґрунтовним є аналіз світового досвіду управління водними ресурсами, проведений на основі бібліометричного аналізу 2835 публікацій, що дозволило виявити тенденції розвитку наукових підходів з початку 2000-х років та визначити ключові фактори впливу на водні екосистеми.

Обґрунтованість висновків підтверджується також застосуванням сучасних методів обробки даних, включаючи кореляційний аналіз 460 пар показників та кластерний аналіз, що дозволило виявити 47 природних кластерів факторів впливу на екологічний стан поверхневих водних об'єктів.

Теоретичні висновки не суперечать сучасним уявленням про явища у поверхневих водних об'єктах, що досліджуються, та отримані з використанням системного підходу. При моделюванні використовувалися апробовані методи математичної статистики, теорії ризиків та алгоритмів, методів моделювання динамічних систем.

3. Достовірність та наукова новизна одержаних результатів

Вірогідність і достовірність отриманих наукових результатів зумовлена використанням стандартних та науково апробованих методів, які було адаптовано до умов проведення експериментальних досліджень поверхневих водних об'єктів.

Достовірність результатів дисертаційного дослідження забезпечується використанням стандартизованих методик (ДСТУ ISO 5667-6:2009, ДСТУ ISO 5667-12:2001), сучасного аналітичного обладнання (eXact iDip та YSI EXO2) та верифікацією через порівняння з даними референтних об'єктів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у створенні комплексної концепції управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів в умовах трансформаційних змін, що включає системну модель інтегрованого управління, багаторівневу систему індикаторів та методику ідентифікації і мінімізації ризиків.

Серед найбільш вагомих результатів, що визначають наукову новизну роботи, слід відзначити наступні:

1. Вперше 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 (стратегічному, тактичному, оперативному та зовнішньому).

2. Вперше 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 екологічного моніторингу та прийняття управлінських рішень.

3. Вперше 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.

4. Удосконалено комплексну систему автоматизованого моніторингу стану поверхневих водних об'єктів шляхом інтеграції високоточного обладнання з геоінформаційною платформою, що забезпечує вимірювання 40 параметрів якості води в режимі реального часу з обробкою до 1000 запитів/с.

5. Удосконалено 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 забезпечує комплексну оцінку трансформаційних змін.

6. Удосконалено 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 дозволяє враховувати кумулятивний ефект забруднення.

7. Набули подальшого розвитку методи оцінки та аналізу даних моніторингу поверхневих водних об'єктів, науково-методичний підхід до формування екологічної свідомості в системі інтегрованого управління та теоретичне обґрунтування екологічної безпеки поверхневих водних об'єктів з урахуванням кумулятивної дії антропогенних, кліматичних та воєнно-техногенних чинників.

4. 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 бойових дій».

Автор є виконавцем держбюджетної теми «Розробка механізму сталого розвитку економічних систем в умовах бойових дій та післявоєнного відновлення економіки» (№ 0124U000463) та госпдоговірної теми «Інноваційні механізми сталого розвитку в умовах післявоєнного відновлення» (№ 0124U002718). Окремі положення розроблено в межах проєкту «Розробка комплексної системи онлайн-моніторингу стану водних артерій Чернігівської області» (№ 0123U102467).

5. Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях та відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

За темою дисертації опубліковано 70 наукових праць, серед яких: 5 публікацій у виданнях, що індексуються базою даних Scopus; одноосібна монографія; 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; 3 навчальні посібники; 20 тез доповідей; 5 свідоцтв про реєстрацію авторського права на твір.

Опубліковані праці повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам щодо кількості та якості публікацій для здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. Результати дисертаційного дослідження пройшли належну апробацію на міжнародних та всеукраїнських конференціях.

Аналіз публікацій та тексту дисертації не виявив порушень академічної доброчесності, таких як академічний плагіат, фабрикація чи фальсифікація даних.

6. Значення роботи для науки, практики та суспільства

Теоретичне значення роботи полягає у розвитку наукових основ управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів, створенні системної моделі інтегрованого управління та розробці методологічних підходів до оцінки трансформаційних змін водних екосистем під впливом різних чинників.

Практичне значення результатів роботи підтверджується їх впровадженням на міжнародному, національному, регіональному рівнях та на рівні суб'єктів господарювання:

- **на міжнародному рівні:** розроблено програмно-аналітичний комплекс моніторингу поверхневих водних об'єктів Чернігівської області спільно зі

Світовим центром даних «Геоінформатика та сталий розвиток» за сприяння ПРООН в Україні;

- **на національному рівні:** впроваджено методику оцінки загроз використання поверхневих водних об'єктів в умовах післявоєнного відновлення (ТОВ «Офіс сталих рішень»); розроблено методичні рекомендації з оцінки екологічного стану поверхневих водних об'єктів (ГС «Асоціація професіоналів довкілля»);

- **на регіональному рівні:** розроблено рекомендації для відновлення поверхневих водних об'єктів у Програмі комплексного відновлення Житомирської області на 2024-2030 роки; впроваджено методику моніторингу екологічного стану поверхневих водних об'єктів в умовах техногенного навантаження (Державна екологічна інспекція Поліського округу); результати застосовано під час розробки Екологічної стратегії Житомирської міської територіальної громади;

- **на рівні суб'єктів господарювання:** впроваджено методику оцінки трансформаційних змін поверхневих водних об'єктів (ТОВ «НВП «Екологічні інновації»); розроблено рекомендації щодо оцінки впливу на довкілля для об'єктів, що впливають на стан водних об'єктів (ТОВ «ЕКО-МБ»).

Суспільне значення роботи полягає у сприянні забезпеченню екологічної безпеки та сталого розвитку територіальних громад через розробку та впровадження ефективних механізмів управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів.

7. Оцінка змісту дисертації, її завершеності та відповідності встановленим вимогам

Проведений аналіз дисертаційної роботи Кірейцевої Г.В. свідчить про її цілісність, логічну структурованість та методологічну обґрунтованість. Дисертація складається з вступу, семи взаємопов'язаних розділів, висновків, списку використаних джерел (323 найменування) та 16 додатків. Загальний обсяг роботи становить 379 сторінок, включаючи 96 інформативних рисунків та 67 аналітичних таблиць.

Структура дисертації відображає послідовність вирішення поставлених завдань від теоретичного аналізу проблематики до розробки практичних рекомендацій. У вступі чітко обґрунтовано актуальність дослідження, коректно

сформульовано його мету і завдання, визначено об'єкт, предмет та методологічну базу. В першому розділі проведено комплексний теоретичний аналіз еволюції наукових підходів до проблеми екологічної безпеки водних об'єктів, з акцентом на безпрецедентному впливі воєнно-техногенного навантаження на водні екосистеми. Другий розділ розкриває розроблену автором методологічну модель з 11 ключовими компонентами, що забезпечує системність дослідження.

У третьому розділі представлено інноваційний підхід до оцінки трансформаційних змін водних об'єктів на основі аналізу спектральних індексів NDWI та NDVI, що дозволило виявити контрастні тенденції для річок різних регіонів. Четвертий розділ містить оригінальну методику комплексної оцінки екологічного стану водних об'єктів з виділенням трьох рівнів екологічної ситуації та диференціацією впливу урбанізаційних процесів та військових дій.

П'ятий розділ демонструє практичну реалізацію системи онлайн-моніторингу з використанням IoT-технологій, що забезпечує вимірювання 40 параметрів якості води у реальному часі. Шостий розділ представляє результати статистичного аналізу екологічної безпеки водних об'єктів та розроблений підхід до інтеграції водоохоронних зон у міські геоінформаційні системи.

Завершальний сьомий розділ органічно поєднує теоретичні та експериментальні результати у вигляді цілісної системи практичних рекомендацій з впровадження інтегрованого управління водними об'єктами на рівні територіальних громад, включаючи стратегічну дорожню карту до 2050 року.

8. Дискусійні положення та зауваження щодо змісту дисертації

Вважаю за необхідне висловити такі зауваження та дискусійні положення:

1. При аналізі впливу бойових дій на гідроекосистеми у першому розділі недостатньо висвітлені питання транскордонних ефектів забруднення, що є особливо важливим для прикордонних територій та міжнародних річкових басейнів.

2. У розробленій багаторівневій моделі індикаторів управління недостатньо враховано механізми інтеграції даних різної природи (гідрологічних, гідрохімічних, біологічних, метеорологічних) для формування комплексних оцінок стану водних об'єктів.

3. У розділі 4 при оцінці екологічного стану поверхневих водних об'єктів доцільно було б приділити більше уваги використанню методів нечіткої логіки та експертних систем для класифікації рівнів екологічної безпеки, особливо в умовах невизначеності та неповноти інформації.

4. Запропонована у розділі 5 система онлайн-моніторингу поверхневих водних об'єктів потребує більш детального обґрунтування алгоритмів обробки даних в умовах можливих кібератак та інформаційних загроз, що є актуальним для критичної інфраструктури під час бойових дій в кіберпросторі.

5. При розробці дорожньої карти впровадження системи управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів у розділі 7 недостатньо уваги приділено питанням координації дій між військовими та цивільними структурами під час відновлення водних екосистем на деокупованих територіях.

6. У роботі недостатньо розкрито питання сумісності запропонованої геоінформаційної системи моніторингу з існуючими національними та міжнародними системами екологічного моніторингу, зокрема з сучасними системами Державного водного кадастру, що адмініструється Держводагентством, Геопорталом водних ресурсів України, та європейською системою Water Information System for Europe (WISE), які активно використовуються для транскордонного моніторингу та в рамках імплементації Водної Рамкової Директиви ЄС.

7. У дисертаційній роботі математичні моделі прогнозування екологічного стану поверхневих водних об'єктів не в повній мірі враховують чинники впливу воєнно-техногенного навантаження.

8. В роботі недостатньо досліджено взаємозв'язок між гідрогеологічними умовами та станом поверхневих водних об'єктів, що особливо важливо в умовах техногенно навантажених регіонів. Дисертаційне дослідження мало б комплексний характер від більш глибокого аналізу взаємодії підземних і поверхневих вод.

Проте, висловлені зауваження та дискусійні положення не знижують загальної високої оцінки дисертаційної роботи та не впливають на її наукову новизну і практичну значущість.

9. Загальний висновок

Дисертаційна робота *Кірейцевої Ганни Вікторівни* «Наукові основи управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів в умовах трансформаційних змін» є завершеним, самостійним науковим дослідженням, в якому отримано нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують важливу науково-практичну проблему розробки наукових основ

управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів в умовах трансформаційних змін.

За актуальністю, ступенем обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх новизною і загальнонаціональним значенням, повнотою викладу в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації, відсутністю академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації, дисертаційна робота повністю відповідає вимогам «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою КМУ від 17.11.2021 №1197, а її автор, *Кірейцева Ганна Вікторівна*, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, старший науковий співробітник,
провідний науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту
авіації Міноборони України,
Лауреат Державної премії України
в галузі науки і техніки

Сергій ЧУМАЧЕНКО

“14” травня 2025 р.

Підпис Сергія ЧУМАЧЕНКА засвідчую

**Заступник начальника Державного
науково-дослідного інституту авіації**



Олександр НЕДАШКІВСЬКИЙ

“14” травня 2025 р.