РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента професора кафедри менеджменту
Національного транспортного університету,
кандидата технічних наук, професора Бакуліч Олени Олександрівни
на дисертаційну роботу Покшевницької Тетяни Василівни
на тему: «Багатокритеріальна оцінка технічних альтернатив у забезпеченні екологічної безпеки водних ресурсів»
подану на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю
183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Актуальність теми дослідження та її зв'язок із науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуального науково-прикладного завдання у сфері технологій захисту навколишнього середовища – встановленню закономірностей формування та розподілу антропогенного впливу на водні об'єкти та їх ресурси в умовах техногенного і воєнного навантаження, а також удосконаленню підходів до обґрунтування технічних альтернатив гідротехнічних споруд у процедурі оцінки впливу на довкілля.

Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення рівня екологічної безпеки водогосподарських систем, зростанням антропогенного навантаження на водні ресурси, а також потребою інтеграції безпекових чинників у процес прийняття інженерно-екологічних рішень в умовах впливу воєнних загроз, що мають пролонгований характер і проявляються у доконфліктній, активній та постконфліктній фазах. Деградація водних об'єктів, порушення гідрологічного режиму та забруднення водних ресурсів призводять до значних екологічних і соціально-економічних наслідків, що зумовлює необхідність удосконалення методів оцінки антропогенного впливу на водні об'єкти та їх ресурси, а також підвищення обґрунтованості вибору технічних рішень.

Дисертаційне дослідження виконано в рамках тематичних планів науково-дослідних робіт кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища Національного транспортного університету за темами: «Розробка та удосконалення методик, процесів та процедур розв'язання складних комплексних задач у сфері охорони довкілля та збалансованого природокористування – 0121 U107570 (2021-2023); «Розробка методів, моделей, методик та інструментів розв'язання складних проблем та завдань у сфері захисту довкілля та збалансованого природокористування в умовах післявоєнної відбудови України» – 0124U001012 (2024-2026); «Комплексний підхід до відновлення України на засадах сталого розвитку» – 0125U001993 (2025-2027).

УКРАЇНА
НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ідентифікаційний код 02070915
ЗАГАЛЬНИЙ ВІДДІЛ
№ 507/02-06
04 05 2026 р.

Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджується системним підходом до вирішення завдань дисертаційного дослідження. Структура та подання дисертаційного дослідження є традиційними для робіт технічної спеціальності - дисертаційна робота складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, визначено мету, задачі, об'єкт і предмет дослідження, розкрито наукову новизну, практичне значення та апробацію результатів.

У **першому розділі** закладено теоретичну основу дослідження. Здобувач системно аналізує поняття «водний об'єкт» у правових і наукових аспектах – від Водного кодексу України до Водної рамкової директиви ЄС – і доводить поступовий перехід від адміністративно-правового розуміння до інтегрованого екосистемного підходу, за якого водний об'єкт розглядається як функціональна природно-техногенна система. Розкрита категорія «водні ресурси» як утилітарне поняття, що акцентує кількісну достатність, якісну придатність і відновлюваність. Показано специфіку використання водних ресурсів у водопостачанні, сільському господарстві, промисловості та різних галузях енергетики (теплова, атомна, гідроенергетика), де кожен сектор висуває власні вимоги до якості та стабільності водопостачання.

Значна частина розділу присвячена антропогенному забрудненню водних об'єктів в Україні. Здобувачка розмежовує зовнішні та внутрішні джерела навантаження. Окремо вводиться і обґрунтовується авторська концепція екологічної мілітаризації водних ресурсів, як системного, кумулятивного і пролонгованого процесу трансформації водного середовища під дією воєнної діяльності на трьох фазах: передконфліктній, активній та постконфліктній. Розглянуто також превентивні механізми мінімізації антропогенного впливу через процедуру оцінки впливу на довкілля (ОВД), наведено порівняння підходів ЄС, США та Канади. Розділ завершується оригінальним контент-аналізом 20 звітів з ОВД гідротехнічних проєктів за 2019–2025 роки, який засвідчив системні недоліки практики, серед яких: обмежений варіантний підхід; поверховий аналіз; відсутність уніфікованої системи критеріїв; фрагментарне врахування воєнних ризиків. Ці висновки обґрунтовують необхідність дослідження.

Другий розділ є методологічним ядром теоретичної частини. Авторка будує формалізовану системну модель антропогенного забруднення водних об'єктів, у якій виділяються три взаємопов'язані підсистеми: параметри антропогенного втручання та умов функціонування водного об'єкта; просторова область з притаманними їй закономірностями поширення

забруднення; рівень впливу як результуючий показник. Між цими підсистемами встановлюється функціональний зв'язок: тип і режим антропогенного втручання у поєднанні з просторовими умовами водного об'єкта визначає характер і масштаб забруднення на виході. На основі параметричного аналізу розроблено морфологічну матрицю параметрів системи (тип водогосподарської функції, тип ГТС, тип просторової закономірності, масштаб, режим і тривалість впливу), що дозволяє формалізувати множину можливих технічних альтернатив. Особливу увагу приділено просторовим закономірностям поширення антропогенного забруднення залежно від типу гідротехнічних споруд. Рівні впливу узгоджено з класами наслідків гідротехнічних споруд СС1-СС3 та екологічним станом за Водною рамковою директивою ЄС. Здійснено системний аналіз структури процедури ОВД, побудовано її параметричну модель, виявлено методологічну прогалину – відсутність механізму багатокритеріального порівняння альтернатив у межах чинної процедури. Запропоновано двоетапну системну модель обґрунтування технічних альтернатив, яка включає формування та попередній відбір їх множини і подальшу порівняльну оцінку в межах процедури ОВД.

У **третьому розділі** розроблено метод багатокритеріальної оцінки технічних альтернатив гідротехнічних споруд (метод MCA). Здобувачка починає з аналізу сучасних методів багатокритеріального прийняття рішень, зокрема методу аналітичної ієрархії (Analytic Hierarchy Process, AHP), методу упорядкування за подібністю до ідеального рішення (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution, TOPSIS), методу виключення та вибору (Élimination et Choix Traduisant la Réalité, ELECTRE) та методу ранжування на основі переваг (Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations, PROMETHEE), і обґрунтовує вибір AHP як базового для визначення вагових коефіцієнтів у поєднанні з адитивною моделлю зваженої суми для агрегування оцінок. Метод MCA описано у вигляді чіткого покрокового алгоритму з двох блоків. Блок 1 (кроки 1-7) охоплює формування початкової множини технічних альтернатив та їх відбір через систему природних, нормативних, екологічних, економічних, соціальних та безпекових обмежень, що звужує множину до придатних варіантів. Блок 2 (кроки 8-13) включає експертне оцінювання кожної альтернативи за 15 критеріями за п'ятибальною шкалою, застосування вагових коефіцієнтів, розрахунок інтегрального показника за формулою зваженої суми $I_i = \Sigma(w_j \times r_{ij})$, ранжування альтернатив та аналіз профілів їх переваг і недоліків.

Важливою частиною розділу є опис програмного модуля MCA, реалізованого у середовищі Microsoft Excel. Модуль складається з п'яти

аркушів: «Налаштування» (введення вагових коефіцієнтів), «Оцінка альтернатив» (введення балів за критеріями), «Результати» (автоматичне обчислення середніх і інтегральних оцінок, ранжування, гістограми та радарні діаграми), «Звіт» (підсумкові матеріали для включення у документи ОВД) і «Інструкція». Кольорове кодування груп критеріїв і автоматичний захист від некоректних значень забезпечують зручність практичного використання. Наголошується, що програмний модуль доступний широкому колу користувачів без спеціальної підготовки у сфері багатокритеріального аналізу.

Четвертий розділ присвячено практичній перевірці методу МСА на реальному прикладі – проєкті реконструкції системи централізованого водопостачання міського населеного пункту з артезіанських свердловин. Апробацію здійснено на прикладі вибору технологічної схеми промивки швидких фільтрів станції водопідготовки. У звіті з ОВД реконструкції підземного водозабору розглядалось три технічні альтернативи. За результатами експертного оцінювання за 15 критеріями та розрахунку інтегральних показників встановлено: Альтернатива 3 отримала найвищий інтегральний показник 4,07 (ранг 1), Альтернатива 1 – 3,93 (ранг 2), Альтернатива 2 – 3,53 (ранг 3). Водночас традиційний підхід, орієнтований на мінімізацію витрат, рекомендував Альтернативу 1 як найдешевшу. Детальний аналіз внеску кожної групи критеріїв засвідчив, що Альтернатива 1 перевагає за економічними критеріями, але поступається за екологічними, технічними та воєнною стійкістю, особливо за підкритерієм автономності функціонування (2 бали проти 5). Зроблено висновок, що метод МСА забезпечує не локальну мінімізацію витрат, а системну оптимізацію з урахуванням екологічних, технічних, соціальних та безпекових параметрів.

Наукова новизна і практичне значення отриманих результатів.

Наукова новизна дисертації полягає в наступному:

вперше:

- запропоновано та введено в науковий обіг поняття *екологічної мілітаризації водних об'єктів* як специфічної форми антропогенного впливу, який формується внаслідок поєднання техногенних і воєнних чинників та зумовлює трансформацію закономірностей розподілу і рівнів забруднення водних систем;

- розроблено системну модель обґрунтування вибору технічних альтернатив у процедурі ОВД планованої водогосподарської діяльності та структурно-функціональну модель формування впливу технічних альтернатив на водні об'єкти, що на відміну від існуючих інтегрують закономірності просторового розподілу антропогенного впливу як основу для формалізованого порівняння альтернатив.

удосконалено:

- метод багатокритеріальної оцінки технічних альтернатив у процедурі ОВД планованої водогосподарської діяльності шляхом інтеграції ієрархічної системи п'яти груп критеріїв (екологічних, технічних, економічних, соціальних і критеріїв воєнної стійкості), що на відміну від існуючих забезпечує прозорість та відтворюваність процедури вибору технічних рішень.

дістали подальшого розвитку:

- наукові уявлення про закономірності розподілу антропогенного впливу на водні об'єкти та їх ресурси залежно від типу водогосподарських споруд, що дозволило встановити залежність між видом гідротехнічної споруди, просторовою формою впливу та екологічними ефектами;

- підходи до інтерпретації рівнів антропогенного впливу на водні об'єкти та їх ресурси, що на відміну від існуючих враховують просторову диференціацію впливу, специфіку його прояву в умовах поєднання техногенних і воєнних чинників, а також класи наслідків гідротехнічних споруд та підходи Водної рамкової директиви ЄС.

Науково-практичні інструменти, розроблені та удосконалені в роботі, а саме метод та програмний модуль багатокритеріальної оцінки, дають змогу підвищити ефективність превентивного управління антропогенним впливом на водні об'єкти та їх ресурси шляхом обґрунтованого вибору технічних альтернатив гідротехнічних споруд у процедурі оцінки впливу на довкілля.

Практичне значення отриманих результатів підтверджується їх впровадженням у практичну діяльність підприємств та організацій, а саме: ТОВ «Науково-дослідний центр Екологія довкілля» (довідка про впровадження, вих. № 2/06 від 02.06.2025 р.), ТОВ «ЄВРОГАЗБУДСЕРВІС» (довідка про впровадження, вих. № 06062025 від 06.06.2025 р.) та ТОВ «Науково-дослідний центр екологічної безпеки та природокористування» (довідка про впровадження, вих. № 11/11-01 від 11.11.2025 р.), а також у навчальний процес Національного транспортного університету.

Ступінь обґрунтованості та достовірності результатів. Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані у дисертації, є обґрунтованими, базуються на використанні сучасних методів дослідження, підтверджуються результатами апробації та узгоджуються з сучасними науковими уявленнями у сфері оцінки впливу на довкілля.

Повнота опублікування основних положень дисертаційної роботи. Основні положення дисертації відображені у наукових публікаціях авторки та апробовані на наукових конференціях. За темою дисертаційного дослідження опубліковано 35 наукових праць (24 із яких у співавторстві) загальним обсягом 6,66 ум. авт. арк., із них: 10 статей у наукових фахових

виданнях України, 2 статті у виданні, індексованому у наукометричній базі Scopus, 21 публікацій апробаційного характеру, 2 розділи у колективних монографіях, а також 6 свідоцтв про реєстрацію авторського права на твір.

Зауваження та побажання до дисертаційної роботи.

1. У першому розділі доцільно було б розширити порівняльний аналіз підходів до формалізації антропогенного впливу.

2. Питання формування експертної групи та оцінки узгодженості експертних суджень при визначенні вагових коефіцієнтів критеріїв і бальних оцінок могли б бути висвітлені більш детально.

3. Окремі аспекти практичного застосування методу доцільно було б проілюструвати додатковими прикладами.

Зазначені зауваження не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

Висновок.

Дисертаційна робота Покшевницької Тетяни Василівни є самостійним завершеним науковим дослідженням, яке вирішує важливе науково-прикладне завдання у сфері технологій захисту навколишнього середовища. Робота характеризується високим рівнем актуальності, глибокою науковою новизною розроблених моделей обґрунтування вибору технічних альтернатив у процедурі ОВД планованої водогосподарської діяльності та структурно-функціональної моделі формування впливу технічних альтернатив на водні об'єкти. Науково-практичні інструменти, розроблені та удосконалені в роботі, а саме метод та програмний модуль багатокритеріальної оцінки, дають змогу підвищити ефективність превентивного управління антропогенним впливом на водні об'єкти та їх ресурси шляхом обґрунтованого вибору технічних альтернатив гідротехнічних споруд у процедурі оцінки впливу на довкілля. Дослідження проведено на належному науково-теоретичному рівні, а отримані результати є обґрунтованими та достовірними.

Зважаючи на актуальність вирішених завдань, отриманих наукових результатів, теоретично обґрунтованих наукових положень, використаних сучасних методів наукових досліджень на основі експериментальних та практичних підходів та підтвердженої значимості, дисертаційна робота відповідає всім критеріям, що висуваються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, зокрема, п. 6-9 Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (зі змінами, внесеними згідно з Постановою КМУ № 341 від 21.03.2022), а її авторка, Покшевницька Тетяна Василівна, заслуговує

присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища».

Рецензент
кандидат технічних наук, професор
професор кафедри менеджменту
Національного транспортного університет **Олена Бакуліч**

ПІДПИС ЗАСВІДЧУЮ
Учений секретар Національного
транспортного університету
Олександр ІВАНУШКО
«01» 05 2026 р.