

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

САХНОВСЬКОЇ Вікторії Миколаївни

на тему:

**«Теоретичне обґрунтування планування заходів забезпечення екологічної
безпеки муніципальних систем водовідведення»**

представленої на здобуття наукового ступеня доктора філософії за

101 – Екологія

Відгук складено на основі вивчення дисертаційної роботи, опублікованих здобувачем результатів наукових досліджень, а також матеріалів, які підтверджують впровадження результатів роботи.

1. Актуальність обраної теми досліджень

Аналіз поточного екологічного стану систем водовідведення виявив значні збитки, у виді зруйнованої та пошкодженої інфраструктури водопостачання та водовідведення, що на початок 2024 року склали 3,318 мільярдів доларів США. Дані за 2023 рік підтверджують, що сектор "Водопостачання, каналізація, поводження з відходами" є головним джерелом забруднення водних об'єктів стічними водами, що підкреслює його визначальну роль у антропогенному навантаженні на водні ресурси країни.

У цьому контексті, дисертаційна робота зосереджується на розв'язанні нагальної науково-практичної задачі: розробленні методичних та прикладних положень комплексного оцінювання та моніторингу впливу на довкілля муніципальних систем водовідведення для забезпечення їхньої екологічної безпеки.

Попри значну кількість досліджень у сфері екологічної безпеки систем водовідведення та надійності їхніх окремих елементів, комплексне оцінювання екологічної безпеки саме муніципальних систем водовідведення залишається

недостатньо розглянутою в науковій літературі. Особливої уваги потребує питання інтеграції та взаємодії між системами водопостачання та водовідведення, оскільки їхня злагоджена робота має суттєвий вплив на екологічну безпеку навколишнього середовища. Водночас, наявність розгалуженої нормативно-правової бази у галузі водовідведення в Україні не гарантує автоматично її ефективності без належного впровадження та контролю за дотриманням встановлених екологічних стандартів. Наведе свідчить про необхідність проведення досліджень щодо комплексного оцінювання муніципальних систем водовідведення, розробки методик проведення експрес-моніторингу та еколого-економічного обґрунтування оптимізації роботи систем водовідведення, що і зумовлює **актуальність теми поданої дисертаційної роботи «Теоретичне обґрунтування планування заходів забезпечення екологічної безпеки муніципальних систем водовідведення».**

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Основні дослідження дисертаційної роботи виконані відповідно до Указу Президента України №111/2021 від 23.03.2021 р. «Про виклики і загрози національній безпеці України в екологічній сфері та першочергові заходи щодо їх нейтралізації», Закону України «Про водовідведення та очищення стічних вод» № 2887-20 від 12.01.2023 р., Водного кодексу України (поточна редакція) від 06.06.95 р. № 213/95-ВР; Водної стратегії України на період до 2050 року, затвердженою розпорядженням КМУ 09.12.2022 року; 0122U001197 «Створення перспективних технологій формування безпечного середовища будівель поєднанням "зелених конструкцій», 0120U101145 «Управління дощовими стічними водами з використанням «зелених» конструкцій», 0117U003297 «Екологічна безпека будівельних конструкцій та споруд».

3. Мета і завдання дослідження

Мета дисертаційного полягає у розробленні методичних та прикладних положень комплексного оцінювання та моніторингу впливу на довкілля

муніципальних систем водовідведення для забезпечення їхньої екологічної безпеки.

Для досягнення поставленої мети в дисертаційній роботі були поставлені та вирішені наступні **наукові завдання**:

1. Виконати аналіз існуючого стану екологічної безпеки систем водовідведення України.
2. Розробити концепцію оцінювання забезпечення екологічної безпеки муніципальних систем водовідведення.
3. Розробити методологічні принципи планування заходів забезпечення екологічної безпеки муніципальних систем водовідведення.
4. Виконати експрес-моніторинг систем водовідведення України за останні 10 років та визначити організаційні принципи підвищення екологічної безпеки цих систем.

4. Огляд змісту роботи

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів та висновків до них, загальних висновків, списку використаних джерел з 310 найменувань, 5 додатків; містить 66 формул, 40 зображень і 36 таблиць.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, мету, завдання, предмет і об'єкт дослідження, з'ясовано наукову новизну і практичну цінність отриманих результатів. Вказано особистий внесок здобувача і наведено дані про впровадження і апробацію результатів дослідження.

У **першому розділі «Аналіз існуючого екологічного стану систем водовідведення України»** розглянуто та проаналізовано екологічний стан систем водовідведення в Україні, зокрема в контексті синергетичного впливу глобальних змін клімату, внутрішніх системних проблем та руйнівних наслідків воєнної агресії. Здійснено оцінку основних викликів, з якими стикається країна, включаючи масове руйнування інфраструктури, забруднення водних ресурсів і невідповідність євроінтеграційним стандартам. Підкреслено, що існуючі

проблеми потребують не лише відновлення фізичних об'єктів, але й кардинального переосмислення стратегій управління водними ресурсами. Здійснено детальний аналіз наявної нормативно-правової бази, зокрема чинних санітарних норм і правил, стандартів водовідведення, а також їх відповідність міжнародним вимогам. Проаналізовано статистичні дані щодо водокористування, що демонструють зменшення обсягів водоспоживання. З одного боку, це свідчить про зниження антропогенного навантаження, але з іншого – показує неефективне використання водних ресурсів, що вимагає додаткової уваги до інфраструктури та механізмів управління. Досліджено теоретичні й методологічні підходи до забезпечення екологічної безпеки муніципальних систем водовідведення. Проведено аналіз екологічної значущості процесів інфільтрації та ексфільтрації стічних вод, а також класифіковано та оцінено існуючі методи їх виявлення і кількісного визначення, зокрема балансові, вимірально-аналітичні та математично-аналітичні підходи. Зроблено висновок, що для забезпечення екологічної безпеки систем водовідведення вимагається комплексний підхід та впровадження системи експрес-моніторингу, що дозволить оперативно оцінювати стан систем, виявляти критичні зміни та своєчасно реагувати на потенційні екологічні загрози.

У другому розділі запропоновано та теоретично обґрунтовано концепцію оцінювання екологічної безпеки муніципальних систем водовідведення, що базується на системному підході з урахуванням хімічних, біологічних та експлуатаційних факторів. Розроблена модель включає три підсистеми — «Експлуатація приймачів», «Мережі водовідведення» та «Очисні споруди водовідведення», кожна з яких поділяється на три блоки. Екологічна оцінка здійснюється за допомогою бальної шкали з подальшим визначенням інтегрального показника кожної підсистеми окремо та стану всієї системи в цілому. У разі виявлення значень «умовно екологічно безпечно» та «екологічно

небезпечно» передбачено впровадження комплексу заходів з інтенсифікації роботи систем водовідведення. Запропонована модель є універсальною, адаптивною до різних урбанізованих територій та потенційно придатною для впровадження в системи "розумного міста" з можливістю автоматизованого моніторингу і прогнозування за допомогою штучного інтелекту.

У третьому розділі **«Методологічні принципи планування заходів забезпечення екологічної безпеки муніципальних систем водовідведення»** з метою ідентифікації екологічних ризиків, особливо в умовах антропогенного навантаження, спричиненого воєнними діями, запропоновано метод експрес-моніторингу. Для диференційованого реагування на різні рівні ризику розроблено класифікацію систем водовідведення з поділом на чотири категорії (I-IV). Це дозволяє розробляти адаптивні стратегії відновлення, що базуються на результатах експрес-моніторингу, який використовує дев'ять ключових індикаторів для оперативного виявлення динаміки змін та визначення загального показника екологічного ризику. Крім того, запропоновано алгоритм визначення пріоритетності заходів з відновлення елементів системи водовідведення, що базується на визначенні коефіцієнта значущості. Планування відновлювальних робіт здійснюється за ієрархічним принципом, де об'єкти з вищим коефіцієнтом значущості мають найвищий пріоритет. Запропоновано метод балансово-аналітичного аналізу процесів інфільтрації та ексфільтрації в муніципальних системах водовідведення, що дозволяє кількісно оцінити обсяги неврахованих втрат та потенційні ризики для довкілля. Розроблено математичну модель, яка дає змогу прогнозувати обсяги водокористування та формувати пріоритетні напрями для підвищення екологічної безпеки систем водовідведення. Для еколого-економічного обґрунтування оптимізації роботи систем водовідведення в умовах експлуатації розроблено метод, який базується на інтеграції інженерно-екологічного аналізу з економічним моделюванням та застосуванні методу TOPSIS. Вибір

оптимальної системи водовідведення здійснюється на підставі 12 критеріїв з подальшим розрахунком еколого-інвестиційної привабливості.

У четвертому розділі **«Організаційні принципи забезпечення екологічної безпеки систем водовідведення»** здійснено експрес-моніторинг стану муніципальних систем водовідведення України, який виявив суттєве погіршення їх функціонування внаслідок багаторічного збройного конфлікту: у 2013 році 67% систем вже перебували в зоні високого екологічного ризику, а до 2023 року ситуація суттєво погіршилася в дев'яти областях. Кількісна оцінка показала стрімке зростання екологічного ризику, зокрема у Донецькій, Запорізькій та Харківській областях. Обґрунтовано ефективність застосування балансово-аналітичного методу для кількісної оцінки додаткового припливу та ексфільтрації в системах водовідведення. Результати дослідження стали основою для розробки комплексу організаційно-технічних заходів, спрямованих на підвищення екологічної безпеки систем і покращення управління системами водовідведення, що сприяє зменшенню антропогенного навантаження на довкілля. Окремий підрозділ присвячено аналізу поточного стану систем водовідведення в малих населених пунктах. Проведено комплексне оцінювання стану систем окремого населеного пункту та застосована авторська методика еколого-економічного обґрунтування, за результатами якої рекомендовано устрій централізованої системи водовідведення з будівництвом нового напірного колектору, що поєднує високу економічну ефективність та екологічну доцільність.

5. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендації

Підтверджуються аналізом і коректним використанням методів та прийомів емпіричних, теоретичних та експериментальних способів пізнання, результатами спостережень, застосуванням сучасних методів системного аналізу. Запропоновані підходи апробовані на прикладах функціонування

реальних муніципальних систем водовідведення, а також підтверджені результатами експрес-моніторингу, що засвідчує їх практичну цінність, адаптивність і надійність.

6. Наукова новизна отриманих результатів

Вперше: розроблено системну модель оцінки екологічної безпеки муніципальних систем водовідведення України;

Вдосконалено: методи проведення моніторингу екологічної безпеки роботи муніципальних систем водовідведення; математичні моделі, які забезпечують науково обґрунтоване прогнозування загального обсягу водовідведення з урахуванням поточного стану мереж водопостачання та водовідведення.

Набули подальшого розвитку: методи визначення ексфільтрації і інфільтрації систем водопостачання та водовідведення України; методи еколого-економічного обґрунтування оптимізації роботи систем водовідведення в умовах експлуатації.

7. Практичне значення одержаних результатів

Полягає в розробленні методологічних принципів планування заходів забезпечення екологічної безпеки муніципальних систем водовідведення.

Запропоновані метод експрес-моніторингу та класифікація систем водовідведення за ступенем впливу воєнних дій забезпечують оперативну оцінку стану інфраструктури водовідведення, що дозволяє своєчасно виявляти критичні стани, запобігати аваріям і мінімізувати ризики забруднення довкілля. Розроблений метод еколого-економічного обґрунтування оптимізації роботи систем водовідведення в умовах експлуатації сприяє підвищенню ефективності їх роботи та зменшенню антропогенного навантаження на екосистеми. Алгоритм визначення пріоритетності заходів з відновлення елементів системи водовідведення під час воєнних дій забезпечує прийняття обґрунтованих рішень щодо послідовності та терміновості відновлювальних робіт. Крім того,

розробки можуть бути використані для подальших досліджень, впроваджені в цифрові системи управління містами, а також слугувати основою для нових нормативних документів та стандартів. Важливим є можливість застосування методики еколого-економічного обґрунтування для підтримки інвестиційних проектів з метою надання допомоги Україні у відновленні інфраструктури водовідведення та її адаптації для використання в інших країнах, що стикаються з подібними проблемами.

Основні положення та результати дисертації було відображено у роботі «Новітні технології водопостачання та водовідведення: наукове технічне обґрунтування», за яку автору присуджено Премію Президента України для молодих вчених. Результати дослідження інтегровані у план заходів на 2024-2027 роки з реалізації Стратегії розвитку Гірської сільської ради Бориспільського району Київської області до 2027 року, а саме до оперативної цілі В.3 «Розвиток систем водопостачання та водовідведення, забезпечення мешканців громади якісною питною водою», у роботу підприємств ТОВ «ТЕХДАР» та ТОВ «БВК «ЕЛІТ-ПРОЕКТБУД».

8. Повнота викладу результатів в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації

За темою дисертації опубліковано 18 наукових робіт. З них 2 статті у наукових фахових виданнях, 1 стаття - у науково метричній базі «SCOPUS», 1 розділ у міжнародній колективній монографії, 8 статей у наукових виданнях та 6 тез доповідей у наукових конференціях.

9. Зауваження до дисертації

1. Попри те, що у підрозділі 1.1 роботи авторкою висвітлено загальні екологічні наслідки потрапляння стічних вод до довкілля, слід було окремо розкрити проблему зменшення біорізноманіття, зумовленого розміщенням обробленого або необробленого осаду на водно-болотних угіддях та в низинних лісах, з урахуванням сучасного стану вітчизняного

природоохоронного законодавства. Доцільно було б представити аналітичні дані щодо втрати видового різноманіття на прикладі українських заповідних територій.

2. У розділі 2 з метою підвищення читабельності та зручності сприйняття інформації, доцільно рисунок 2.8 «Граф зв'язності факторів, що впливають на екологічну безпеку і надійність мереж водопостачання та водовідведення» розмістити на окремому аркуші.
3. На малюнку 3.2 розділу 3 (с. 126) відображено п'ять етапів процесу визначення ексфільтрації та інфільтрації, тоді як у тексті підрозділу їх налічується шість. З метою узгодження інформації, доцільно об'єднати п'ятий та шостий етапи, наведені в тексті, оскільки розроблення заходів невілює з заключним етапом процесу.
4. У розділі 3.3 критерії методу еколого-економічного обґрунтування оптимізації роботи систем водовідведення детально відображені в текстовій частині. Для забезпечення уніфікації інформації та зручності використання, слід було також представити ці критерії у вигляді таблиці, аналогічно до того, як це зроблено для методу експрес-моніторингу в розділі 3.1.
5. До тексту роботи є зауваження стилістичного характеру: недоцільним бачиться використання на початку речення нехарактерної українській мові вставної конструкції «таким чином», так як і частин підсилення «отже», «тому». На сторінці 141 міститься некоректне посилання на формулу: замість зазначеної формули 3.26 слід використовувати посилання на формулу 3.23.

Наведенні зауваження не стосуються наукової новизни роботи і не впливають на її позитивну оцінку.

10. Висновок по дисертації

Дисертація Сахновської Вікторії Миколаївни «Теоретичне обґрунтування планування заходів забезпечення екологічної безпеки муніципальних систем водовідведення» являє собою завершене наукове дослідження, виконане автором самостійно, на актуальну тему. Наведені результати можна класифікувати як нові та обґрунтовані, вони мають наукове і практичне значення для вирішення важливої задачі за спеціальністю 101 Екологія.

За актуальністю, науковою новизною, практичною цінністю, рівнем та обсягом проведених досліджень, якістю оформлення дисертаційна робота відповідає вимогам, що передбачені пп. 5-9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. № 44, а її авторка Сахновська Вікторія Миколаївна заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 101 – «Екологія».

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри екології
та природоохоронних технологій
Державного університету
«Житомирська політехніка»

Ірина ПАЦЕВА

