

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну наукову працю Сахновської Вікторії Миколаївни «Теоретичне обґрунтування планування заходів забезпечення екологічної безпеки муніципальних систем водовідведення» – Кваліфікаційна наукова робота на правах рукопису», представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 - Екологія, галузі знань 10 - Природничі науки

В Україні екологічна безпека систем водовідведення набула особливої значущості через зростаючий антропогенний вплив та руйнівні наслідки військової агресії, що спровокувала масштабну екологічну кризу та зумовила потребу в активізації міжнародної взаємодії. Забезпечення екологічно безпечного проєктування та експлуатації мереж водовідведення є необхідною умовою для сталого розвитку країни та збереження здоров'я громадян, а аналіз статистичних даних показує зменшення обсягів водовідведення, зростання обсягів скиду неочищених стічних вод та недостатню ефективність використання водних ресурсів. Отже, український контекст вимагає комплексного підходу до забезпечення екологічної безпеки систем водовідведення.

З урахуванням цього сформульовано *мету дослідження* – розробленні методичних та прикладних положень комплексного оцінювання та моніторингу впливу на довкілля муніципальних систем водовідведення для забезпечення їхньої екологічної безпеки.

Об'єктом дослідження є комплексний процес забезпечення екологічної безпеки роботи муніципальних систем водовідведення.

Предметом дослідження є методологічні та системні принципи планування заходів з забезпечення екологічної безпеки роботи муніципальних систем водовідведення.

Обрано *методи дослідження* – абстрактно-логічний, статистичний аналіз, прийоми порівняльного аналізу, теорія графів, логіко-математичне моделювання, теорія надійності, методи багатокритеріальної оцінки та фінансового аналізу.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що *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.

Практична цінність - вирішено нагальну задачу розроблення методологічних принципів планування заходів забезпечення екологічної безпеки муніципальних систем водовідведення. Запропоновані підходи надають органам місцевого самоврядування, проектувальникам та будівельникам інструменти для прийняття обґрунтованих рішень щодо управління системами, планування інвестицій та реагування на надзвичайні ситуації. Запропоновані методи експрес-моніторингу та класифікація систем водовідведення за впливом воєнних дій дають змогу оперативно оцінити стан інфраструктури, запобігти аваріям і забрудненню навколишнього середовища. Водночас, метод еколого-економічного обґрунтування оптимізації роботи систем водовідведення в умовах експлуатації сприяє їх удосконаленню та зменшенню антропогенного навантаження на екосистеми. Алгоритм визначення пріоритетності відновлювальних робіт в умовах воєнних дій забезпечує прийняття обґрунтованих рішень щодо їхньої послідовності та терміновості. Розроблені підходи можуть бути використані для подальших досліджень, інтегровані в цифрові системи управління містами, а також стати основою для розробки нових нормативних документів і стандартів. Важливим є потенціал застосування методики еколого-економічного обґрунтування для підтримки інвестиційних проєктів, спрямованих на допомогу Україні у відновленні інфраструктури водовідведення

Основні положення та результати наукової праці 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».

Особистий внесок здобувача полягає у комплексному дослідженні, що включає аналіз проблеми, розробку концепції оцінки забезпечення екологічної безпеки муніципальних систем водовідведення, формулювання мети, розробці методик та алгоритмів розрахунку, статистичній обробці та аналізі результатів, формулюванні наукової новизни та основних положень дисертації.

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

Структура та обсяг дисертації. 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. Загальний обсяг роботи становить 186 сторінок основного тексту.

У *вступі* обговорено стан проблеми, обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і завдання дослідження, показано наукову та практичну значущість роботи, вказано особистий внесок здобувача.

У *першому розділі* роботи надано огляд науково-технічної літератури щодо проблематики дослідження. У межах дослідження здійснено науковий аналіз поточного стану екологічної безпеки муніципальних систем водовідведення в Україні. Розглянуто теоретико-методологічні підходи до забезпечення екологічної безпеки зазначених систем, а також наявні науково обґрунтовані методи визначення параметрів ексфільтрації та інфільтрації. На основі критичного огляду літературних даних авторка прийшла до висновку щодо необхідності застосування інтегрованого підходу до оцінки екологічної безпеки муніципальних систем водовідведення.

У *другому розділі* дисертації запропоновано концепцію оцінювання забезпечення екологічної безпеки муніципальних систем водовідведення на підставі системної моделі, яка ґрунтується на багаторівневій структурі, що охоплює загальний стан системи та її окремі підсистеми з відповідними кількісними та якісними показниками, що дозволяє не лише оцінити поточний стан, але й визначити вплив змін окремих елементів на функціонування всієї системи та, відповідно, сфокусувати зусилля на критично важливих аспектах. Для комплексного аналізу враховуються взаємодії між показниками та їх відповідність встановленим нормативам, що слугує основою для виявлення ризиків та розробки рекомендацій, при цьому оцінювання здійснюється паралельно за кількісними та якісними критеріями, де логічна функція якісних станів визначає загальний якісний стан системи, кількісні оцінки підсистем інтегруються для визначення кількісної міри всієї системи, а екологічна безпека оцінюється на основі наближення цих показників до нормативних значень.

У *третьому розділі* розроблено методологічні принципи планування заходів забезпечення екологічної безпеки муніципальних систем водовідведення. На підставі аналізу діючих нормативно-правових актів запропоновано та теоретично обґрунтовано метод експрес-моніторингу екологічної безпеки роботи муніципальних

систем водовідведення України, який здійснюється на підставі 9-ти індикаторів. Підсумком експрес-моніторингу є визначення рівня ризиків екологічної небезпеки систем водовідведення та ранжування підприємств за цим рівнем: мінімальні значення (0-0,33] корелюють з низькими екологічними ризиками, значення в інтервалі (0,33-0,67] відповідають середньому рівню ризиків, тоді як максимальні значення (0,67-1] сигналізують про високий ризик та потребу в термінових заходах, особливо в умовах воєнного часу. З метою еколого-економічного обґрунтування розробки заходів із забезпечення екологічної безпеки муніципальних систем водовідведення в процесі їх експлуатації запропоновано метод еколого-економічного обґрунтування оптимізації роботи систем водовідведення в умовах експлуатації. В основу методу покладено інтеграцію інженерно-екологічної оцінки з економічним моделюванням та використанням методу TOPSIS для прийняття рішень. Оптимізація вибору системи водовідведення здійснюється на основі 12 критеріальних показників з подальшим визначенням її еколого-інвестиційної привабливості. Також запропоновано балансово-аналітичний метод визначення інфільтрації та ексфільтрації муніципальних систем водовідведення, який є основою для розроблення математичних моделей прогнозування обсягів водовідведення та визначення комплексу заходів з інтенсифікації функціонування систем задля підвищення їх екологічної безпеки.

У четвертому розділі викладені організаційні принципи забезпечення екологічної безпеки систем водовідведення, обґрунтовано практичне застосування запропонованих рішень щодо комплексного оцінювання екологічної безпеки муніципальних систем водовідведення в умовах тривалих воєнних дій. Здійснено експрес-моніторинг екологічного стану систем за останнє десятиліття, що дозволив виявити суттєве зростання екологічного ризику в низці регіонів, зокрема в Донецькій, Харківській та Запорізькій областях. Побудовано математичну модель на основі балансово-аналітичного підходу для оцінки обсягів інфільтрації та ексфільтрації. На основі проведених розрахунків розроблено організаційно-технічні заходи з мінімізації екологічних ризиків та підвищення надійності функціонування систем. Окремим пунктом розгляду в розділі стан систем водовідведення в малих населених пунктах. На прикладі села Київської області здійснено комплексну оцінку стану системи водовідведення та еколого-економічне оцінювання двох альтернативних варіантів реконструкції, за результатами якого рекомендовано устрій централізованої системи, як оптимального рішення з точки зору економічної ефективності та екологічної доцільності. Такий підхід доводить можливість ефективного впровадження

інвестиційних проєктів навіть в умовах обмежених ресурсів і високих екологічних ризиків.

Попри зазначені позитивні сторони дисертації до її тексту за змістом та по суті є такі зауваження:

1. Для більш повного та обґрунтованого аналізу наслідків аварійності систем водовідведення (розділ 1.1, с. 39) доцільним є доповнення теоретичних положень конкретизованими прикладами з різних регіонів України, що дозволило б виявити регіональні особливості прояву проблеми та посилити прикладну цінність дослідження.

2. У розділі 2 доцільно розглянути можливість урахування критерію кліматичного ризику для підсистеми «Вузол приймання стоків», що дозволило б підвищити повноту оцінювання та врахувати потенційний вплив змін клімату на ефективність її функціонування.

3. У п.3.1. розділу 3 у методі проведення експрес-моніторингу екологічної безпеки роботи муніципальних систем водовідведення України доцільно було б до індикаторів додати «обсяг стічних вод задіяних в системах оборотного водопостачання, м³/рік» відповідно до індикаторів наслідків виконання містобудівної документації для довілля методичних рекомендацій щодо здійснення стратегічної екологічної оцінки містобудівної документації.

4. Розуміння процесу визначення інфільтрації та ексфільтрації балансово-аналітичним методом, представленого на рисунку 3.2, ускладнене через його погану читабельність.

5. Балансово-аналітичний метод визначення інфільтрації та ексфільтрації доцільно доповнити урахуванням змін якісних показників стічних вод, оскільки це забезпечило б більш комплексне оцінювання екологічного стану системи та дозволило точніше ідентифікувати потенційні загрози для довкілля.

6. У роботі наявні окремі технічні недоліки оформлення, зокрема порожні місця на сторінках 34, 36, 44, 151 тощо, які пов'язані з некоректним розміщенням рисунків та таблиць.

Зазначені зауваження не знижують високої якості досліджень та значущості отриманих результатів. Дисертаційна робота написана достатньо якісною державною мовою. Структура, зміст і обсяг дисертації відповідає встановленим вимогам і є завершеною структурованою науково-дослідною роботою з поєднанням прикладних теоретичних і практичних досліджень. За текстом дисертації є посилання на всі літературні джерела. Текст дисертації є легко читабельним та зрозумілим.

Дисертаційне дослідження цілком відповідає встановленим вимогам до отримання науково ступеня доктор філософії, а її авторка Сахновська Вікторія Миколаївна присудження їй наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 101 – Екологія.

Рецензентка,
професорка кафедри технологій захисту
навколишнього середовища та охорони
праці Київського
національного університету
будівництва і архітектури,
д.т.н., професорка



Олена ВОЛОШКІНА

Підпис д.т.н., професорки
Олени Волошкіної

ЗАСВІДЧУЮ

Вчений секретар
Київського національного
університету будівництва
і архітектури



Микола КЛИМЕНКО