ВІДГУК

офіційного опонента, директора Інституту водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України, доктора технічних наук, старшого дослідника Яцюка Михайла Васильовича
на дисертаційну роботу Куби Тетяни Василівни
на тему:
«Розробка пересувних комплексів забору і очищення води для забезпечення людей питною водою в умовах відсутності централізованого водопостачання»
подану на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 19 – «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

Актуальність теми дисертації

Забезпечення населення питною водою в умовах порушення або припинення роботи централізованих систем водопостачання є одним із важливих завдань підвищення стійкості систем життєзабезпечення населених пунктів. Особливої актуальності ця проблема набула в Україні в умовах воєнних дій, які супроводжуються пошкодженням водозабірних споруд, насосних станцій, водопровідних мереж, споруд водопідготовки та енергетичної інфраструктури. Наслідком таких порушень є не лише обмеження або припинення подачі води споживачам, але й зменшення доступності окремих джерел, зміна їх гідрологічного режиму та погіршення якості води.

За таких умов традиційні заходи аварійного водозабезпечення, що ґрунтуються переважно на підвозі готової питної води, не завжди можуть забезпечити необхідну тривалість, оперативність і масштаб водопостачання. Тому актуальним є формування децентралізованих схем, у яких підготовка питної води здійснюється безпосередньо поблизу доступного джерела з подальшим її накопиченням, транспортуванням або роздачею населенню. У цьому контексті пересувні комплекси забору й очищення води можуть виконувати функцію резервного технічного елемента системи кризового водозабезпечення, здатного швидко розгортатися та працювати за відсутності стаціонарної інфраструктури.

Актуальність дисертаційної роботи Куби Тетяни Василівни визначається комплексною постановкою цієї задачі. У роботі пересувний комплекс розглядається не лише як окрема установка водопідготовки, а як складова децентралізованої системи, що поєднує вибір джерела, забір води, визначення необхідного технологічного режиму її очищення, контроль якості, накопичення, транспортування та організацію пунктів роздачі. Такий підхід дозволяє пов'язати технологічні можливості установки з фактичною потребою населення у воді та

просторовими умовами її забезпечення. Важливою складовою роботи є врахування можливості використання джерел різного типу і різної якості. За відсутності стаціонарного джерела пересувний комплекс повинен забезпечувати адаптацію технологічної схеми до фактичного складу вихідної води. Саме тому обґрунтування багаторежимної технологічної схеми, системи польового контролю та критеріїв вибору режиму роботи має не лише наукове, а й безпосереднє практичне значення. Перехід від розгляду окремої пересувної установки до планування її застосування в масштабі населеного пункту забезпечується розробленою у дисертації геоінформаційною моделлю, яка дозволяє пов'язати просторовий розподіл населення, пункти роздачі, доступні джерела води та транспортну логістику з розрахунковою потребою у воді й необхідною кількістю пересувних комплексів. Сценарна апробація на прикладі Дніпра та Вінниці підтверджує можливість застосування такого підходу для міст різного масштабу та просторової структури.

Таким чином, дисертаційна робота присвячена актуальному науково-практичному завданню створення та обґрунтування пересувних комплексів забору й очищення води і методичних засад їх застосування у складі децентралізованих систем водозабезпечення населення.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни

Обґрунтованість отриманих у дисертаційній роботі результатів забезпечується застосуванням комплексу взаємопов'язаних теоретичних, експериментальних, розрахункових та геоінформаційних методів. Поставлені завдання послідовно охоплюють розроблення технологічної схеми пересувного комплексу, її експериментальну перевірку, оцінювання ефективності окремих технологічних бар'єрів, конструктивну реалізацію та обґрунтування застосування комплексів у системі децентралізованого водозабезпечення.

Достовірність технологічних результатів підтверджується натурними випробуваннями пересувного комплексу на водах різного типу, контролем показників води у проміжних точках технологічної схеми та практичною апробацією прийнятих рішень. Такий підхід дав змогу оцінювати не лише кінцевий результат очищення, а й внесок окремих технологічних стадій та стійкість їх роботи за змінних характеристик вихідної води.

Для узагальнення експериментальних результатів у роботі розроблено стадійну розрахунково-статистичну модель ефективності технологічних бар'єрів. Її застосування дозволяє оцінювати локальну та сукупну ефективність очищення,

виконувати калібрування за експериментальними даними та визначати межі застосовності технологічної схеми.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в такому:

– науково обґрунтовано підхід до вибору багаторежимної технологічної схеми забору та очищення води з урахуванням ризик-профілю вихідної води, що забезпечує адаптацію роботи пересувного комплексу до різних типів джерел;

– оцінено придатність пересувного комплексу до роботи в умовах надзвичайних ситуацій та воєнних дій і обґрунтовано вимоги до його автономності, транспортабельності, швидкого розгортання та контролю якості води;

– удосконалено підхід до керування роботою пересувного комплексу в польових умовах шляхом формування системи контрольних точок і технологічних параметрів для вибору режиму очищення та контролю стабільності якості води;

– розроблено та науково обґрунтовано математичні моделі ефективності технологічних бар'єрів пересувного комплексу для оцінювання локальної й кумулятивної ефективності очищення та визначення допустимих меж якості вихідної води;

– дістала подальшого розвитку геоінформаційна модель підбору та використання пересувних комплексів для визначення кількості установок, зон їх обслуговування та пунктів роздачі питної води.

У цілому основні наукові положення дисертації є логічно взаємопов'язаними, достатньо обґрунтованими та підтвердженими результатами експериментальних, натурних і розрахункових досліджень.

Практичне значення отриманих результатів

Практичне значення роботи підтверджується розробкою та апробацією дослідного зразка пересувного комплексу забору й очищення води продуктивністю до 2 м³/год. Комплекс розміщено в утепленому причепі-фургоні, передбачено варіанти забору води з поверхневого джерела, насосне, реагентне, фільтраційне, сорбційне та мембранне обладнання, автономне енергоживлення, освітлення, вентиляцію й опалення. Конструктивне виконання забезпечує можливість транспортування, швидкого розгортання і роботи в польових умовах.

За прийнятого розрахункового режиму роботи комплекс може забезпечувати близько 20 м³ очищеної води на добу. Очищена вода може накопичуватися, подаватися у водовози або видаватися безпосередньо споживачам. Розроблені технологічні рішення можуть бути використані при організації резервного водопостачання громад, підприємств водопровідно-каналізаційного господарства, об'єктів критичної інфраструктури, гуманітарних пунктів та інших споживачів.

Практичну цінність підтверджує використання результатів дисертації при розробленні проєктно-конструкторської документації на «Комплекс водоочисний пересувний», виготовлення установок на виробничих потужностях профільних підприємств та їх виробнича експлуатація у системі водозабезпечення однієї з територіальних громад України. Таким чином, робота доведена до рівня практичної реалізації, що є суттєвою перевагою дисертаційного дослідження прикладного спрямування.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності та дотримання принципів академічної доброчесності

Дисертація має логічно завершену структуру, складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, переліку публікацій здобувачки та додатків. Послідовність розділів відповідає логіці дослідження: від аналізу проблеми та формування вимог до пересувних комплексів – до експериментального обґрунтування технології, конструктивної реалізації, просторового моделювання і економічної оцінки.

У першому розділі проаналізовано сучасний стан кризового та децентралізованого водозабезпечення, міжнародні і національні підходи до мінімального забезпечення населення водою, досвід використання мобільних та контейнерних водоочисних систем. Визначено вимоги до автономності, транспортабельності, ремонтопридатності, багатобар'єрності та польового контролю якості води. Важливим є висновок про доцільність розглядати пересувні установки як частину керованої системи аварійного водозабезпечення, а не лише як окреме обладнання.

У другому розділі розглянуто джерела і характер можливого забруднення води, сформовано ризик-профіль, визначено систему оперативного контролю, розроблено технологічну схему та алгоритм вибору режиму очищення води.

Натурні випробування дали можливість оцінити роботу окремих стадій очищення та встановити технологічні обмеження.

Третій розділ присвячено конструктивному виконанню комплексу. Розглянуто компонування обладнання, організацію водозабору, внутрішні комунікації, сервісні зони, електричне живлення, вентиляцію, опалення та вимоги до експлуатації. Прийняте компонування дозволяє розмістити основне технологічне і допоміжне обладнання в межах одного транспортованого модуля.

У четвертому розділі розроблено геоінформаційну модель планування застосування пересувних комплексів. До складу вихідних даних включено чисельність і просторовий розподіл населення, потенційні джерела води, пункти

роздачі, транспортні маршрути та наявні резервні засоби водозабезпечення. На цій основі визначаються зони обслуговування, добова потреба у воді, необхідна кількість комплексів, водовозів, накопичувальних ємностей і транспортних рейсів. Сценарна апробація на прикладі міст різного масштабу підтверджує можливість адаптації моделі до різних просторових умов.

П'ятий розділ містить економічну оцінку експлуатації пересувного комплексу та аналіз чутливості фінансових показників. Ураховано витрати на енергозабезпечення, реагенти, матеріали, технічне обслуговування, персонал, мембранні елементи та хімічне промивання.

Загальні висновки відповідають поставленим завданням і відображають основні результати роботи. Використані положення та результати інших авторів супроводжуються посиланнями на джерела. Особистий внесок здобувачки у публікаціях, виконаних у співавторстві, конкретизовано.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою, матеріал викладено послідовно і логічно. Використана термінологія в цілому відповідає предметній області водопостачання, водопідготовки та цивільної інженерії. Таблиці, рисунки, розрахункові залежності та алгоритми доповнюють текстову частину і дають можливість простежити зв'язок між вихідними даними, прийнятими рішеннями та отриманими результатами. Стиль викладення є науковим та достатньо доступним для сприйняття фахівцями у сфері водопостачання і водних ресурсів.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Основні результати дисертаційної роботи оприлюднено у наукових публікаціях здобувачки. За темою дисертації опубліковано 7 наукових праць, з яких шість – у наукових фахових виданнях України категорії «Б», одна стаття – у виданні, що індексується міжнародною наукометричною базою Scopus. Крім того, результати дослідження апробовано у матеріалах міжнародних науково-практичних конференцій.

Тематика публікацій відповідає основним складовим дисертації та охоплює децентралізоване водопостачання у воєнний період, гідравлічне моделювання систем водопостачання, пілотні дослідження водопідготовки, пересувні комплекси як інструмент забезпечення стійкості, напірну фільтрацію, енергетичну сталість та управління ризиками. Отже, основні наукові результати дисертації достатньо повно представлені у публікаціях здобувачки.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

Позитивно оцінюючи дисертаційну роботу в цілому, до її змісту можна висловити такі зауваження та дискусійні питання:

1. Одним із завдань дисертаційного дослідження визначено - розробити узагальнену методологію використання пересувних комплексів у разі зупинення централізованого водопостачання, включно з визначенням необхідної кількості установок та просторовим плануванням пунктів роздачі води однак в кінцевих висновках такий результат відсутній.

2. У тексті дисертації не представлено системного опису методологічних засад, обґрунтування вибору методів, їх взаємозв'язку з метою, завданнями, об'єктом і предметом дослідження. Це ускладнює оцінку достовірності результатів і відтворюваності дослідження. Згідно з чинними вимогами до оформлення дисертацій, методи дослідження мають бути детально описані та обґрунтовані

3. Сформований ризик-профіль достатньо детально характеризує якість вихідної води, однак гідрологічна мінливість джерела розглянута менш повно. Для подальшого розвитку методики доцільно поєднати показники якості води з характеристиками водності джерела, сезонністю та можливим зменшенням доступних водних ресурсів у посушливі періоди.

4. Потребує додаткового розгляду можливість роботи пересувного комплексу в періоди інтенсивного розвитку фітопланктону та ціанобактерій у поверхневих джерелах. Доцільно було б уточнити технологічні обмеження або додаткові заходи контролю для таких умов.

5. Одним із найбільш вагомих результатів дисертації визначено стадійну розрахунково-статистичну модель ефективності технологічних бар'єрів. Якою мірою запропоновану модель можна вважати саме прогностичною статистичною моделлю, а не розрахунковою моделлю на основі усереднених коефіцієнтів ефективності? Доцільно було б також навести довірчі інтервали параметрів, оцінку невизначеності прогнозу та незалежну валідацію моделі на даних, які не використовувалися при калібруванні.

6. Геоінформаційна модель орієнтована переважно на просторовий розподіл населення та покриття розрахункової потреби у питній воді. При застосуванні моделі у реальній надзвичайній ситуації доцільно було б передбачити можливість пріоритетного водозабезпечення окремих категорій споживачів – закладів охорони здоров'я, пунктів тимчасового розміщення населення, об'єктів цивільного захисту та інших критичних споживачів.

Наведені зауваження мають переважно дискусійний та рекомендаційний характер, не є визначальними і не зменшують загальної наукової новизни та практичної значимості результатів дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Дисертаційна робота Куби Тетяни Василівни «Розробка пересувних комплексів забору і очищення води для забезпечення людей питною водою в умовах відсутності централізованого водопостачання» є завершеною самостійною кваліфікаційною науковою працею, у якій отримано нові наукові та практичні результати у сфері резервного і децентралізованого водозабезпечення.

У роботі вирішено актуальне науково-практичне завдання розроблення, науково-технічного обґрунтування та практичної апробації пересувних комплексів забору й очищення води та методології їх використання у складі децентралізованих систем водозабезпечення населених пунктів. Наукові положення і висновки достатньо обґрунтовані, підтверджені експериментальними, розрахунковими та практичними результатами, а основні положення роботи оприлюднено у наукових публікаціях.

За актуальністю, науковою новизною, теоретичним і практичним значенням, ступенем обґрунтованості одержаних результатів, повнотою їх оприлюднення та завершеністю дисертаційна робота відповідає вимогам 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 січня 2022 р. № 44 (зі змінами), а Куба Тетяна Василівна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 19 – «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія».

Офіційний опонент:

директор Інституту водних проблем і меліорації
Національної академії аграрних наук України,
доктор технічних наук, старший дослідник

_____ Михайло ЯЦЮК

Підпис М. В. Яцюка засвідчую:

Завідувач відділу науково-видавничої роботи та аспірантури
УВПіМ НААН, канд. [illegible] Світлана Єгорова