

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

РУДАКОВА Леоніда Миколайовича «Науково-технічні засади управління екологічною безпекою гідротехнічних споруд гірничопромислового комплексу», представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – Екологічна безпека

Положення та висновки відгуку ґрунтуються на детальному аналізі дисертаційної роботи, автореферату, ключових публікацій здобувача, а також офіційних документів, які підтверджують практичне впровадження та виробничу апробацію отриманих результатів

1. Актуальність теми дисертації та її зв'язок із науковими програмами, планами і темами

Інтенсивний розвиток та тривала експлуатація об'єктів гірничопромислового комплексу (ГПК) України, зокрема в Дніпропетровському регіоні, призвели до накопичення значних обсягів небезпечних промислових відходів у хвостосховищах та шламонакопичувачах. Більшість огорожувальних дамб та захисних споруд цих об'єктів експлуатуються понад 30-50 років, суттєво вичерпали свій технічний ресурс та зазнають прогресуючої деградації під впливом антропогенних і кліматичних факторів. Порушення гідродинамічної рівноваги таких систем створює масштабні загрози хімічного та радіоактивного забруднення довкілля.

Особливою гостротою та оригінальністю відзначається підхід автора до інтеграції в єдину аналітичну систему як промислових ГТС гірничого профілю, так і об'єктів меліоративного, цивільного призначення (магістральних каналів, регулюючих басейнів тощо), які в умовах густонаселеного регіону безпосередньо взаємодіють через гідродинамічну мережу. Забезпечення екологічної безпеки таких взаємопов'язаних систем

шляхом розробки методів експрес-діагностики, математичного та прогнозного моделювання фільтраційних і геодинамічних процесів є надзвичайно актуальною науково-технічною проблемою, яка безпосередньо вирішується в рамках представленої дисертації.

Дисертаційна робота безпосередньо пов'язана з пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки України, державними та регіональними програмами екологічного моніторингу й захисту довкілля Придніпровського регіону, а також виконана в рамках науково-дослідних тем Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, сформульованих у дисертації

Наукові положення, висновки та рекомендації, що містяться в дисертації, характеризуються високим ступенем обґрунтованості. Вони базуються на фундаментальних законах екологічної безпеки, гідродинаміки та геомеханіки. Достовірність результатів забезпечена застосуванням сучасного сертифікованого інструментарію неруйнівного контролю (метод природного імпульсного електромагнітного поля Землі (ПІЕМПЗ), вертикальне електричне зондування (ВЕЗ), радіометрія), обробкою великих масивів експериментальних даних, чисельним моделюванням напружено-деформованого стану в програмному комплексі Phase 2 та математичним прогнозуванням водної міграції радіонуклідів. Теоретичні моделі надійно верифіковані тривалими польовими спостереженнями безпосередньо на критичних об'єктах Придніпров'я (хвостосховища «Дніпровське» та «Сухачівське»).

3. Наукова новизна одержаних результатів

Наукова новизна результатів дослідження полягає у суттєвому розвитку теорії та практики управління техногенно-екологічними ризиками. Сформульовані в дисертації наукові положення, висновки та рекомендації базуються на солідному фундаментальному та експериментальному підґрунті. Достовірність результатів забезпечена:

- Використанням репрезентативного масиву статистичних і багаторічних натурних даних щодо моніторингу рівнів підземних вод, геодинамічних деформацій та фільтраційних втрат.
- Застосуванням сучасного сертифікованого лабораторного обладнання та апробованих геотехнічних методів випробувань зразків ґрунтів.
- Впровадженням високонадійного комплексу неруйнівних інструментальних геофізичних методів (природного імпульсного електромагнітного поля Землі – ПЕМПЗ, вертикального електричного зондування – ВЕЗ).
- Застосуванням ліцензійного програмного забезпечення для геотехнічного та математичного моделювання напружено-деформаційного стану (програмний комплекс *Phase 2* тощо).

Теоретичні висновки логічно впливають із результатів чисельних експериментів та аналітичних розрахунків. Вони повною мірою узгоджуються з базовими законами підземної гідродинаміки, геомеханіки та теорії екологічних ризиків.

4. Практичне значення одержаних результатів та ступінь їх впровадження

Практична цінність роботи полягає у створенні придатного до безпосереднього впровадження інженерного інструментарію. Розроблені методики дозволяють виконувати експрес-діагностику фільтраційних втрат та прихованих деформацій дамб без порушення їхньої цілісності. Оцінка екологічної небезпеки за міжнародними індексами THІ та TRI забезпечує надійну основу для екологічного аудиту та ранжування об'єктів за ступенем загрози. Запропоновані технічні рішення з рекультивації хвостосховищ шляхом створення багат шарових протифільтраційних екранів та переходу до технологій сухого складування дозволяють мінімізувати транскордонні та регіональні ризики забруднення водних екосистем. Результати роботи пройшли успішну виробничу апробацію на об'єктах ДП «Бар'єр» (м. Кам'янське). Доведено, що впровадження запропонованої комплексної

системи автоматизованого моніторингу здатне знизити загальний ризик катастроф на 30%.

5. Оцінка змісту та повноти висвітлення положень, висновків і результатів у опублікованих працях із коротким аналізом по розділах

Основний зміст дисертації повністю, всебічно та систематично висвітлено у численних опублікованих працях здобувача (монографіях, статтях у провідних фахових виданнях України, публікаціях у виданнях, що індексуються міжнародними наукометричними базами Scopus та Web of Science). Особливо слід відзначити високий рівень захисту інтелектуальної власності: автором отримано низку патентів України на винахід та корисну модель, які стосуються складів розчинів для протифільтраційних завіс, способів рекультивації відпрацьованих хвостосховищ уранопереробних виробництв та біологічного закріплення поверхні пілючих пляжів.

Аналіз повноти висвітлення матеріалу за розділами дисертації свідчить про наступне:

Розділ 1. Аналіз причин еколого-техногенних небезпек та світового досвіду експлуатації ГТС ГПК. У працях, що відображають зміст першого розділу, автором виконано масштабне теоретичне узагальнення глобальних та національних трендів накопичення відходів зрідженого типу у хвостосховищах. Наведено вичерпний статистичний аналіз аварійності наливних конструкцій (із акцентом на те, що 51,2% аварій припадає саме на наливні дамби), типізовано основні фактори деградації споруд та обґрунтовано критичний розрив між погіршенням стану ГТС України (зокрема Дніпропетровської області з техногенним навантаженням 318,3 т/км²) та наявними методами превентивного моніторингу.

Розділ 2. Дослідження впливу природно-кліматичних та геологічних факторів на безпеку ГТС. У серії опублікованих статей детально розкрито кліматичну та тектонічну складові підготовки дамб до руйнування. Повно висвітлено закономірності впливу температурних аномалій Придніпров'я (зростання температури на 2,0-2,3°C) на інтенсифікацію тріщинуватості

грунтових матеріалів унаслідок евапотранспірації. Окрему увагу в публікаціях приділено картографічному моделюванню лінеamentних зон Українського щита й доведенню збігу азимутів простягання тріщин із ортогональними та північно-західними системами розломів (300° – 330°).

Розділ 3. Обґрунтування комплексної методики неруйнівного контролю та інтегральної оцінки стану об'єктів. Матеріали цього розділу отримали відображення у наукових працях та патентах, присвячених практичному застосуванню комплексу геофізичних методів. Докладно описано технологію використання методу ПЕМПЗ для фіксації прихованих ділянок фільтрації та зон замочування дамб, методику ВЕЗ для визначення дзеркала ґрунтових вод та радіометричні вимірювання. У статтях детально обґрунтовано алгоритми інтеграції натурних даних у чисельні розрахункові моделі.

Розділ 4. Оцінка гідрогеомеханічної стійкості та екологічної небезпеки хвостосховищ «Дніпровське» і «Сухачівське». Публікації за цим напрямом містять конкретні результати моделювання напружено-деформованого стану низових укосів захисних споруд. Наведено розраховані коефіцієнти стійкості (k_s) за різних сценаріїв обводнення та динамічних вібраційних навантажень (зокрема критичні значення $k_s = 1,37$ та $k_s = 1,20$). Висвітлено результати математичного моделювання одновимірної конвективної дифузії радіонуклідів, динаміку винесення ^{238}U до р. Коноплянка та розрахунки міжнародних індексів екологічної небезпеки (TEI, THI, TRI).

Розділ 5. Розробка та обґрунтування інноваційних технічних і концептуальних рішень управління екологічною безпекою. Опубліковані праці фінального розділу присвячені екологічній модернізації систем. У них повно описано запропоновані автором тривимірні інженерні схеми рекультивзації (багатошарове покриття із використанням фосфогіпсу, геомембран, глиняних замків та дренажних систем) , технології пастового згущення та сухого складування відходів, а також теоретично доведено ефективність об'єднання ГТС ГПК та іригаційних мереж у єдиний моніторингово-захисний контур регіону.

6. Відповідність дисертації встановленим вимогам щодо дотримання академічної доброчесності

Під час детального вивчення дисертаційної роботи Рудакова Л.М., автореферату та опублікованих праць не виявлено жодних порушень академічної доброчесності.

У роботі відсутні факти академічного плагіату, фабрикації чи фальсифікації експериментальних або цифрових даних. Усі використані ідеї, текстові запозичення, статистичні показники та картографічні матеріали, що належать іншим авторам або організаціям, супроводжуються коректними, точними та вичерпними посиланнями на першоджерела. Власний внесок здобувача у спільних публікаціях чітко розмежований та ідентифікований у авторефераті. Робота пройшла перевірку ліцензійними програмними антиплагіатними системами, яка підтвердила високий рівень унікальності тексту та правомірність використання наведених наукових даних.

7. Зауваження та побажання до дисертаційної роботи

Попри загальну високу якість, фундаментальність та беззаперечну цінність дисертаційної роботи, під час її рецензування виникли певні дискусійні питання та зауваження, які потребують додаткових пояснень від здобувача під час публічного захисту:

1. У розділі, присвяченому моделюванню стійкості дамби хвостосховища «Сухачівське» (програма *Phase 2*), вказано, що при сукупній дії обводнення та вібрації від автотранспорту коефіцієнт стійкості знижується до критичного значення $k_s = 1,202$. Бажано почути детальніші пояснення: які саме динамічні (вібраційні) параметри транспорту приймалися як розрахункові і чи враховувався крім автотранспорту вплив залізничного вузла, залізничні колії якого прокладені по бермах деяких ділянок споруд?

2. У тексті роботи вперше обґрунтовано об'єднання промислових і цивільних меліоративних споруд у єдину регіональну гідродинамічну систему. Проте, залишається не до кінця зрозумілим організаційно-правовий та експлуатаційний механізм реалізації цієї концепції. Яким чином

пропонується координувати моніторинг та дії у разі надзвичайних ситуацій між різними відомствами та балансоутримувачами (державні промислові підприємства, приватні гірничорудні компанії, водогосподарські структури Міндовкілля та Держводагентства)?

3. При оцінці фільтраційних процесів у балці Скажена на Вільногірському ГМК зафіксовано інтенсивне підняття рівнів двох техногенних водоносних горизонтів (на 0,7–1,0 м/рік). Хотілося б дізнатися, які саме з запропонованих автором інженерних рішень (цементация, пастове згушення чи армування) є першочерговими та найбільш технологічно виправданими конкретно для умов балки Скажена з урахуванням зсувної небезпеки та бічного тиску шламових мас?

4. В анотації та матеріалах роботи згадуються розроблені математичні моделі адсорбції ізотопів урану ґрунтами, що спираються на емпіричні параметри та чисельні методи (МКЕ, МСР). Доцільно було б ширше розкрити в доповіді, наскільки суттєво тип ґрунту (наприклад, мулові відкладення р. Коноплянка порівняно з пісками) впливає на міграційну здатність та кінетику вимивання фільтрату в підфундаментній частині споруд.

5. У техніко-економічному обґрунтуванні рекультивації хвостосховища «Дніпровське» наведено загальну орієнтовну вартість проекту у 550–600 млн грн і запропоновано залучення коштів міжнародних організацій (МАГАТЕ). Чи розглядалися автором варіанти поетапного (чергового) фінансування інженерних заходів на випадок, якщо залучення повного обсягу міжнародних інвестицій затримається в часі?

Зазначені зауваження та побажання не знижують загального високого рівня роботи, мають переважно дискусійний або уточнюючий характер і спрямовані на розгортання ширшої наукової дискусії під час захисту.

8. Загальний висновок

Структурне побудування дисертації, стиль викладення та подача матеріалу досліджень логічні, послідовні та пов'язані єдиною цільовою

спрямованістю. Структура та склад реферату повністю відповідає рукопису дисертаційної роботи. Реферат і публікації повністю розкривають основні положення дисертаційної роботи. Матеріали кандидатської дисертації в роботі не використовувались.

Дисертаційна робота Рудакова Леоніда Миколайовича «Науково-технічні засади управління екологічною безпекою гідротехнічних споруд гірничопромислового комплексу» є самостійною, завершеною і фундаментальною науковою працею, в якій на високому теоретичному та практичному рівнях вирішено велику науково-технічну проблему – розробку методологічного комплексу та інженерних засад забезпечення екологічної безпеки взаємопов'язаних систем промислових та цивільних гідроспоруд.

За своєю актуальністю, науковою новизною, ступенем обґрунтованості результатів, практичною цінністю, а також кількістю публікацій і патентів робота повністю відповідає вимогам, що висуваються до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук згідно з пп. 7 та 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17.11.2021 № 1197.

Її автор, Рудаков Леонід Миколайович, безумовно заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – Екологічна безпека.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри екології, хімії
та хімічної технології Національного
університету «Київський авіаційний
інститут»


Тамара ДУДАР




Дудар Т. Яковлевна
заступник секретаря КНІ
Д.С.І. Інж. Слобод