

ЗАТВЕРДЖУЮ

директор ІГН НАН України
академік НАН України



С.Б. Шехунова

«___» _____ 2024р.

ВИСНОВОК

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення
результатів дисертації**

Заноза Богдана Юрійовича

**«Аналіз геоміграційних процесів і оцінки впливу радіоактивного і
хімічного забруднення підземних вод на уранових спадкових об'єктах на
довкілля і населення»,**

що подається на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 10 – природничі науки

за спеціальністю 103- науки про Землю

На підставі розгляду дисертацій та наукових публікацій, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, а також за результатами публічної презентації здобувачем підсумків власної науково-дослідницької праці, їх обговорення на розширеному засіданні Відділення гідрогеології, інженерної геології та геоєкології Інституту геологічних наук НАН України, що відбулося 21 травня 2024 року (протокол № 1/24 від 21 травня 2024 р.) під головуванням доктора геологічних наук С.Б. Шехунової, у якому брали участь 12 (дванадцять) фахівців за тематикою дослідження:

С.Б. Шехунова (акад. НАН України, д-р геол. наук, проф.), А.О. Сухоребрий (д-р геол. наук), О.Л. Шевченко (д-р геол. наук), Р.Б. Гаврилюк (канд. геол. наук),

А.Л. Брикс (канд. геол.-мін. наук), Д.О. Бугай (канд. фіз.-мат. наук), І.Л. Колябіна (канд. геол. наук), Т.В. Кріль (канд. геол. наук), Ю.Ф. Руденко (канд. геол.-мін. наук), К.Ю. Ткаченко (канд. хім. наук), Бублясь В.М. (канд. геол.-мін. наук), Ярошенко К.К. (канд. техн. наук).

Відповідність дисертації чинним вимогам, зокрема й програмним результатам освітньо-наукової програми. Дисертацію оформлено згідно вимог, що висуваються до робіт такого рівня, а також Наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12 січня 2017 р. (зареєстрованого в Міністерстві юстиції України від 03 лютого 2017 р. № 155/30023) та пп. 6-11 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44). Кваліфікаційна праця відповідає програмним результатам освітньо-наукової програми.

Кількість наукових публікацій. Здобувач має 12 публікації за темою дисертації.

Актуальність теми дослідження визначається тим, що забруднені радіонуклідами та хімічними токсичними елементами підземні та поверхневі води в зоні впливу уранових об'єктів ядерного спадку (зокрема на колишньому ВО «Придніпровських хімічний завод (ПХЗ)» м. Кам'янське) є потенційним джерелом небезпечних впливів на довкілля і населення. Це вимагає розвитку методів аналізу геоміграційних процесів, прогнозування негативних впливів і розробки, в разі необхідності, ремедіаційних заходів з приведення спадкових об'єктів в екологічно-безпечний стан.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота була скоординована з виконанням бюджетної теми III 11 20 «Моніторинг, прогнозування і оцінка ризиків небезпечних гідрогеологічних процесів у складних природно-техногенних і інженерних умовах», та проектом технічної допомоги Норвезького агентства радіаційного захисту для ДП «Бар'єр» № 6181269 «Зменшення ризику та вдосконалення системи моніторингу на майданчику Придніпровського хімічного заводу, Україна».

Тема дослідження затверджена на засіданні Вченої ради Інституту геологічних наук НАН України (протокол № 5 від 2 грудня 2019 р.).

Новизна представлених теоретичних результатів проведеного дослідження, їх наукова обґрунтованість.

1. На основі моніторингових досліджень, дослідно-фільтраційних робіт, балансових методів та геохімічного моделювання виконано схематизацію гідрогеологічних умов і аналіз геохімічних умов для уранового хвостосховища «Західне»: оцінено інфільтраційне живлення підземних вод на різних геоморфологічних ділянках, інфільтраційні витoki із хвостосховища, швидкість фільтрації підземних вод, виконано зонування редокс-умов, виділено ключові забруднювачі.

2. Побудовано концептуальну модель і комплексну математичну модель для прогнозування небезпечних впливів досліджуваного об'єкту на гідрогеологічне середовище і населення, що поєднує: фільтраційну модель (Visual Modflow), геохімічну модель (PHREEQC), геоміграційну модель (NORMALYSA), моделі радіологічних і токсикологічних впливів (з використанням моделей рекомендованих МАГАТЕ, МКРЗ, Агентством з охорони навколишнього середовища США).

3. Методами аналізу розподілу забруднювачів in-situ в системі «матриця – порові розчини» і калібрування геоміграційної моделі одержано оцінки ключових міграційних параметрів - сорбційних коефіцієнтів розподілу (K_d) для радіоактивних забруднювачів для хвостового матеріалу і ґрунтів водоносного горизонту для хвостосховища «Західне».

4. Для поточних умов виконані оцінки радіологічних та токсикологічних впливів для населення (від токсичних металів), спричинених радіоактивним і хімічним забрудненням підземних і поверхневих вод (р.Коноплянка, р.Дніпро) в зоні впливу об'єктів ПХЗ.

5. Виконано довгострокові прогнози міграції радіоактивних забруднювачів із уранового хвостосховища «Західне» в підземні і поверхневі води (р.Коноплянка), оцінено результуючі радіологічні і токсикологічні впливи

(від урану) для вірогідних сценаріїв використання забруднених вод місцевим населенням.

6. Проведено аналіз ефективності ремедіаційних заходів, що плануються на промайданчику ПХЗ, щодо мінімізації негативного впливу хвостосховища «Західне» на підземні і поверхневі води.

Рівень виконання поставлених наукових завдань. Дисертаційну роботу скоординовано з дослідженнями в рамках бюджетної теми Інституту геологічних наук Національної академії наук України у відділі інженерної геології. Автор брав участь у плануванні реконструкції мережі гідрогеологічного моніторингу на території ПХЗ а також безпосередньо у моніторингових дослідженнях і дослідно-фільтраційних роботах, проведених у 2019-2023 роках. Автором узагальнено масив моніторингових даних про радіоактивне і хімічне забруднення підземних вод з 2005 року. Підготовлено вхідні дані для геохімічного моделювання умов в зоні впливу хвостосховища за допомогою програми PHREEQC. Розраховано величини інфільтраційного живлення для різних геоморфологічних ділянок на території ПХЗ, та величину інфільтраційних витоків із хвостосховища «Західне». Побудовано і відкалібровано прогностні геофільтраційну та геоміграційну моделі для уранового хвостосховища «Західне». Змодельовано радіологічні та токсикологічні впливи на населення для різних сценаріїв використання підземних та поверхневих вод для поточних та прогностичних умов в зоні впливу ПХЗ. Виконано довгострокові гідрогеологічні прогнози і проаналізовано ефективність ремедіаційних заходів для хвостосховища «Західне».

Методи дослідження. В ході дисертаційних досліджень були використані польові методи відбору зразків для визначення радіоактивного та хімічного забруднення підземних вод, дослідно-фільтраційні та водно-балансні методи. Математичне моделювання гео-фільтраційних процесів виконано за допомогою програми Visual Modflow (<https://www.waterloohydrogeologic.com/products/visual-modflow-flex/>). Для моделювання геохімічних умов в підземних водах використана програма PHREEQC (<https://www.usgs.gov/software/phreeqc-version-3>). Для моделювання геоміграційних процесів і оцінки радіологічних

впливів на населення залучені методики, рекомендовані МАГАТЕ і МКРЗ, на основі використання програмного забезпечення NORMALYSA (<http://project.facilia.se/normalysa/software.html>). Для оцінки токсикологічних впливів на населення використані методики, рекомендовані Агентством охорони навколишнього середовища США (US EPA).

Повнота оприлюднення результатів дослідження та особистий внесок здобувача до всі наукових праць, опублікованих у співавторстві та зарахованих по темі дисертації.

Основні положення дисертації доповідалися та обговорювалися під час роботи низки наукових міжнародних і всеукраїнських конференцій: Гідрогеологія: наука, освіта, практика (м. Харків, 25-26 березня 2020 р.); Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: тенденції 2020 року (м. Київ, 6-7 жовтня 2020 р.); Геологічна наука в незалежній Україні (м. Київ, 8-9 вересня 2021 р.); Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів (м. Дніпро, 6-7 жовтня 2021 р.); IX Всеукраїнська молодіжна наукова конференція «Ідеї та новації в системі наук про Землю» (м. Київ, 21-22 червня 2022 р.); XVI Міжнародна наукова конференція «Моніторинг геологічних процесів та екологічного стану середовища» (м. Київ, 15–18 листопада 2022 р.).

Публікації.

Результати дисертаційних досліджень опубліковані у 12 наукових роботах, серед яких 6 статей у наукових фахових виданнях (3 з них – у виданні України, які включені до міжнародних наукометричних баз), 1 – в матеріалах конференції, які індексуються у наукометричній базі Scopus, 5 – в матеріалах та тезах науково-практичних конференцій.

Список опублікованих праць за темою дисертації

Статті в наукових фахових виданнях України:

1. Заноз Б.Ю., Ткаченко К.Ю., Бугай Д.О. Аналіз гідрогеологічних і геохімічних факторів міграції радіонуклідів і токсичних металів із уранового

хвостосховища в підземні води. Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України. 2021. Т. 14 (2). С. 83–95

<https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2021.245705>

2. Заноз Б.Ю. Вплив уранових хвостосховищ на гідрогеологічне середовище та обґрунтування стратегії їх ремедіації (короткий огляд). Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України. 2022. Т. 15 (2). С. 138–150. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.287362>

3. Заноз Б.Ю., Бугай Д.О. Визначення параметрів водообміну і моделювання геофільтраційних процесів в зоні впливу уранового хвостосховища «Західне» Придніпровського хімічного заводу. Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України. 2023. Т. 16 (1). <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2023.291210>

Статті у наукових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних SCOPUS та Web of Science:

1. Ткаченко К.Ю., Скальський О.С., Бугай Д.О., Лаврова Т.В., Процак В., Кубко Ю.І., Авіла Р., Заноз Б. Моніторинг техногенного забруднення підземних і поверхневих вод в зоні впливу уранових хвостосховищ Придніпровського хімічного заводу (м. Кам'янське). Геологічний журнал. 2020. №3 (372). С. 17-35. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2020.3.206341> (індексовано Scopus Q3)

2. Бугай Д.О., Заноз Б.Ю., Лаврова Т.В., Кориченський К.О., Кубко Ю.І., Авіла Р., Рець Ю.М. Розвиток системи моніторингу підземних вод в зоні впливу об'єктів спадщини уранового виробництва Придніпровського хімічного заводу. Геологічний журнал. 2021. №4 (377). С. 56-70 <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2021.4.240111> (індексовано Scopus Q3)

3. Zanoz B. Yu., Bugai D. O., Koliabina D., Avila R. Assessment of radiological and toxicological risks from the use of groundwater and surface water in the zone of influence of the uranium production legacy site. Nuclear Physics and Atomic Energy. 2022. Vol. 23 (4). P. 271-279. <https://doi.org/10.15407/jnpae2022.04.271> (індексовано Scopus, Q3)

4. Zanoz B. Yu., Bugai D. O. Modelling of long-term radiological and

toxicological impacts of the uranium mill tailings on groundwater and surface water. Nuclear Physics and Atomic Energy (Отримано позитивну рецензію. Очікується рішення редколегії).

Матеріали конференцій, які індексуються у міжнародній наукометричній базі Scopus:

1. Zanoz B.Yu., Bugai D.O., Koliabina D.O., Avila R. Assessment of radiological risks of using water resources contaminated by radionuclide releases from the uranium production legacy site. Моніторинг геологічних процесів та екологічного стану середовища: матеріали XVI міжнародної наукової конференції (Київ, 15–18 листопада 2022 р.). <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022580204> (індексовано Scopus)

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

1. Бугай Д.О., Ткаченко Ю.В., Заноз Б.Ю. Концепція реконструкції та розвитку системи моніторингу підземних вод промислового майданчика Придніпровського хімічного заводу (м. Кам'янське) // Гідрогеологічна наука, освіта, практика. Збірник наукових праць. Вип.2, 2020, Харків, с.12-17.
2. Заноз Б. Ю., Бугай Д. О. Досвід застосування QGIS – Midvatten до створення ГІС гідрогеологічної інформації колишнього Придніпровського хімічного заводу (м. Кам'янське). Колективна монографія за матеріалами 19 Міжнародної науково-практичної конференції: Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: Тенденції 2020 року. Київ, 06 - 07 жовтня 2020 р. С. 92-94.
3. Заноз Б.Ю., Бугай Д.О. Аналіз бар'єрних властивостей гідрогеологічного середовища при міграції радіоактивних і хімічних забруднювачів із уранового хвостосховища. “Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів”. Матеріали IX міжнародної науково-практичної конференції; м. Дніпро, Україна, 06-07 жовтня 2021 р. / Редкол. О.О. Скрипник (голов. ред.) та ін. – Дніпро: ІППЕ НАН України, 2021. С.88-89.

4. Заноз Б.Ю., Бугай Д.О., Кубко Ю.І. Концептуальна модель уранового хвостосховища як джерела радіологічних і токсикологічних впливів на гідрогеологічне середовище. Геологічна наука в незалежній Україні. Збірник тез наукової конференції, присвяченої 30-тій річниці Незалежності України (м. Київ, 8-9 вересня 2021р.). Київ : Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка НАН України, 2021. С. 120-123.
5. Заноз Б.Ю., Кубко Ю.І., Бугай Д.О. Прогнозування геофільтраційних процесів в зоні впливу уранового хвостосховища. Ідеї та новації в системі наук про Землю: збірник матеріалів ІХ всеукраїнської молодіжної наукової конференції (м. Київ, 21-22 червня 2022 р.). Київ : Інститут геологічних наук НАН України, 2022. С. 34-35.

Наукове та практичне значення отриманих результатів. Полягає у обґрунтуванні стратегії поводження з спадковими урановими об'єктами, що націлена на попередження (або мінімізацію) негативного впливу забруднених підземних вод на довкілля і населення.

Структурно-смісловий аналіз композиційних елементів та мовностилістичних елементів академічного тексту. Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи – 162 сторінок. Дисертація містить 18 таблиць, 37 рисунків, 1 додаток.: Додаток А – Дозові коефіцієнти радіонуклідів і токсичних металів для проаналізованих сценаріїв водокористування підземними і поверхневими водами в зоні ПХЗ.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, її зв'язок із науковими програмами; сформульовано мету і задачі дослідження; визначено методи, об'єкт і предмет дослідження, наукову новизну та практичне значення одержаних результатів; наведено дані щодо публікацій, апробації результатів дослідження, структури та об'єму дисертації; зазначено особистий внесок автора.

Розділ 1 складається з двох основних частин. Першу частину розділу 1 присвячено огляду характеристик, потенційних шляхів впливу та прикладам ремедіації уранових хвостосховищ. У другій частині розділу 1 представлено

опис одного найбільш важливих уранових об'єктів ядерного спадку в Україні - колишнього виробничого об'єднання Придніпровський хімічний завод (ВО ПХЗ), який розташовано у м. Кам'янське (Дніпропетровської обл.), що негативно впливає на довкілля і є об'єктом досліджень цієї роботи.

У розділі 2 описано результати робіт з відновлення і розвитку системи гідрогеологічного моніторингу на майданчику ПХЗ і обстеження підземних вод із залученням вдосконаленої мережі свердловин. Також представлено результати дослідно-фільтраційних робіт, націлених на уточнення фільтраційних характеристик водоносного горизонту в алювіальних відкладах, що зазнав забруднення. Описано створену базу даних гідрогеологічних спостережень і результати узагальнення і аналізу даних моніторингу підземних вод, отриманих в період, що передував дисертаційним дослідженням. Зазначені роботи забезпечили експериментальну базу для подальших дисертаційних досліджень.

У розділі 3 описано гідрогеологічну схематизацію і аналіз геохімічних умов уранового хвостосховища «Західне», які було використано при розробці математичних моделей фільтрації та міграції радіонуклідів із хвостосховища. У кінці розділу представлено концептуальну модель негативних впливів об'єкту дослідження на гідрогеологічне середовище та населення, яка була використана при оцінках радіологічних та токсикологічних впливів на населення.

Розділ 4 присвячений моделюванню потенційних радіологічних та токсикологічних впливів для населення, яке проживає поблизу уранового об'єкту ядерного спадку - Придніпровського хімічного заводу (ПХЗ, Україна), спричинених радіоактивним та хімічним забрудненням підземних та поверхневих вод

Розділ 5 присвячений розробці геофільтраційної та геоміграційної моделей уранового хвостосховища «Західне» з метою прогнозування довгострокових впливів хвостосховища «Західне» на забруднення підземних вод і р. Коноплянка.

Дисертаційна робота Заноза Богдана Юрійовича «Аналіз геоміграційних процесів і оцінки впливу радіоактивного і хімічного забруднення підземних вод

на уранових спадкових об'єктах на довкілля і населення», подана на здобуття ступеня доктора філософії, відповідає вимогам пп. 6-11 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44), напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми Інституту геологічних наук НАН України за спеціальністю 04.00.06 - Гідрогеологія (103 Науки про Землю).

Рішенням Відділення гідрогеології, інженерної геології та геоecології дисертаційну працю здобувача Заноза Богдана Юрійовича «Аналіз геоміграційних процесів і оцінки впливу радіоактивного і хімічного забруднення підземних вод на уранових спадкових об'єктах на довкілля і населення» рекомендовано до захисту в разовій спеціалізованій вченій раді зі спеціальності 04.00.06 - Гідрогеологія (103 Науки про Землю).

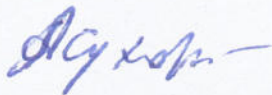
За результатами розширеного засідання відділення гідрогеології, інженерної геології та геоecології **пропонується наступний склад разової спеціалізованої вченої ради:**

Голова ради – Сухоребрий Арнольд Олексійович,

Рецензенти – І.Л. Колябіна (канд. геол. наук), Р.Б. Гаврилюк (канд. геол. наук)

Офіційні опоненти – О.Л. Шевченко (д-р геол. наук), В.В. Яковлев (д-р геол. наук)

Головуючий,
д-р геол. наук



Арнольд СУХОРЕБРИЙ

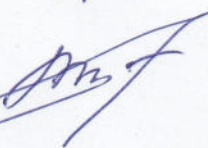
Рецензенти

канд. геол. наук



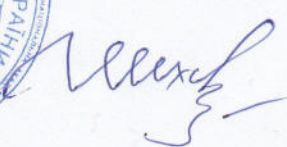
Ірина КОЛЯБІНА

канд. геол. наук



Руслан ГАВРИЛЮК

Директор ІГН НАН України
академік НАН України



Стелла ШЕХУНОВА