

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Лаврової Тетяни Валеріївни

на тему «Радіоекологічний моніторинг майданчиків спадщини уранового виробництва», представлену до спеціалізованої вченої ради Д 26.004.08 у Національному університеті біоресурсів і природокористування України на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.01 «Радіобіологія»

1. Актуальність теми роботи.

ВО «Придніпровський хімічний завод» («ПХЗ») у м. Кам'янське (Дніпропетровська область), який впродовж майже 50 років виробляв уранові концентрати із руд, що видобувалися в Україні, Центральній Європі і країнах Центральної Азії (Коровін Ю.Ф., 2017), після зупинення роботи не був належно виведений із експлуатації, і сьогодні територія промислового майданчика, будівлі, сховища уранової руди, хвостосховища залишків уранового виробництва є потенційними джерелами радіаційного і хімічного забруднення природного середовища та опромінення населення.

Кожен об'єкт ядерної спадщини, пов'язаний з тим чи іншим специфічним технологічним процесом, має свої особливості щодо радіонуклідного складу та рівнів забруднення території промислового майданчика та довкілля навколо виробничих будівель, хвостосховищ тощо.

Радіотоксичність урану та його спроможність розповсюджуватися за межі промайданчика при ушкодженні захисних споруд, на відміну від інших радіонуклідів, які були накопичені внаслідок збагачення урану, в першу чергу залежить від типу його хімічної сполуки та розчинності. Особливостями промайданчика уранової спадщини ВО «ПХЗ» є не тільки великі об'єми накопичених відходів з високим вмістом природних радіонуклідів (ПРН), але і наявність багаторічних скидів у хвостосховища хімічних відходів промислових підприємств міста та значного хімічного (технологічного) забруднення його території, тому характер виносу радіонуклідів за межі санітарно-захисної зони є на сьогодні непрогнозованим, як і особливості ймовірного та наявного забруднення навколишнього середовища за різними шляхами виносу радіоактивності.

Організація моніторингу забруднення навколишнього середовища та визначення його впливу на довкілля в умовах жорсткої економії вимагає оптимізації його об'ємів, масштабів та періодичності контролю як на стадії консервації об'єктів, так і на стадії ремедіації. Дослідження закономірностей вносу радіоактивності за межі промайданчика та хвостосховищ, сезонність цих процесів, характеристика забруднення ґрунтами для проведення процедур оптимізації параметрів моніторингу, а також вибору найбільш ефективних та прийнятних методик відбору зразків та вимірювань.

Необхідно також зазначити, що в 2017 році Міжнародна комісія з радіологічного захисту (МКРЗ) в продовження своїх попередніх рекомендацій (Публ. 108, 2008; Публ. 124, 2014), які стосувалися оцінок впливу радіоактивно-забруднених територій на флору і фауну, запропонувала нові підходи (Публ. 136, 2019), які для аналізу використовують розширений діапазон організмів біоти та застосовують нові математичні моделі метаболічних процесів, що враховують радіотоксичність не тільки домінуючих радіонуклідів, але і їх дочірніх продуктів розпаду. Такі оцінки в контексті постпрактики уранового виробництва на території України проводяться вперше.

Таким чином, дисертація Лаврової Т.В. є, безперечно, своєчасною та актуальною.

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

Дисертаційна робота виконувалась у рамках науково-дослідних робіт УкрГМІ ДСНС і НАН України: «Науковий супровід радіаційного моніторингу природного середовища на мережі спостережень гідрометслужби та розвиток технологічних засад радіо-спектрометричних та радіохімічних спостережень» (№ ДР 0106U007587, 2006-2008 рр.); «Науковий супровід комплексних спостережень за радіоактивністю в навколишньому природному середовищі, розділ 3»; «Розвиток методичного забезпечення аналітичних вимірювань вмісту U, Ra, Th, Po у природному середовищі методами альфа-, бета- гамма- та рідинно-сцинтиляційної спектрометрії» (№ ДР 0109U004891, 2009-2011 рр.); «Розвиток, адаптація і впровадження сучасних аналітичних методів і технологій визначення радіонуклідів широкого спектру у природному середовищі» (№ ДР

0112U004649, 2012-2014 рр.), а також міжнародних проектів УНТЦ 3290 «Обґрунтування шляхів зменшення переходу природних радіонуклідів у місцях добування і переробки урану» (2007-2009 рр.), українсько-шведського проекту «ЕНШУРЕ-Академічний» - «Геохімічна характеристика, моделювання та оцінка ризиків щодо забруднення ґрунтових та поверхневих вод радіонуклідами та токсичними речовинами на майданчику ВО «ПХЗ» (2012-2014 рр.) та в рамках виконання договірних тем НДР на замовлення Міністерства палива енергетики України і Державного підприємства «Бар'єр».

3. Особистий внесок здобувача в одержанні наукових результатів полягає в аналізі вітчизняних та іноземних літературних джерел з теми дисертації, розробленні планів та схем експериментальних досліджень, їх організації й виконання, статистичній обробці одержаних результатів, їх аналізі, узагальненні, формулюванні висновків та практичних рекомендацій.

Автором виконано аналіз сучасних методів аналітичного забезпечення програм моніторингу і процедур визначення радіонуклідів уран-торієвих рядів у пробах навколишнього природного середовища. Виконано аналіз даних спостережень у довкіллі із застосуванням сучасних статистичних методів, розроблено регламенти спостережень і рекомендації (у спів-авторстві).

Особистий внесок автора полягає також у безпосередній участі в розробках програм моніторингових спостережень і методів дослідження, а саме: адаптації, тестуванні та практичному застосуванні методик для визначення в елементах природного середовища ізотопів $^{238,234}\text{U}$, $^{232,230,228}\text{Th}$ методом альфа-спектрометрії; ^{210}Pb , ^{210}Po методом альфа- та бета-радіометрії із відповідною радіохімічною підготовкою; у розвитку методик рідинно-сцинтиляційного лічення для визначення сумарної альфа- та бета-активності; загальної активності ізотопів $^{238+234}\text{U}$, ^{226}Ra у водах різного хімічного складу і мінералізації; в адаптації сучасних аналітичних технологій гамма-спектрометрії для вимірювання радіонуклідів широкого спектра у ґрунтах, мінеральних залишках переробки уранових руд, аерозолях та донних відкладах водойм і зразках біологічного матеріалу (рослини та іхтіофауна).

Поєднання практичного досвіду з плануванням аналітичного

забезпечення і здійснення програм моніторингу з урахуванням міжнародного досвіду організації програм моніторингу та здійснення реабілітаційних заходів дозволили автору розробити рекомендації щодо організації ефективних програм радіоекологічного моніторингу на майданчиках спадщини уранового виробництва.

4. Ступінь достовірності результатів проведених досліджень, висновків та рекомендацій, що викладені у дисертації.

Основні наукові положення дисертаційної роботи базуються на результатах експериментальних досліджень. Висновки та рекомендації роботи витікають з отриманих даних радіологічного моніторингу і не викликають сумнівів. В роботі використано сучасні методи визначення вмісту ПРН у пробах ґрунтів, води, біоти. Обґрунтованість наукових положень та висновків роботи забезпечується достатньою кількістю експериментальних досліджень та глибиною їх аналізу, що був проведений із застосуванням методів математичної статистики та математичного моделювання процесів переносу радіоактивності у довкіллі.

В рамках роботи було виконано більше 2000 вимірювань потужності амбієнтного еквівалента дози (ПАЕД) гамма-випромінювання, проведено гамма-спектрометричний аналіз 480 проб ґрунтів, 65 колонок ґрунтів та 18 колонок донних відкладів з пошаровим визначенням вертикального розподілу радіонуклідів, 75 проб розсіяних матеріалів у виробничих приміщеннях; 200 проб аерозолів з визначення щільності випадінь і об'ємних концентрацій ПРН, 50 проб дерев'янистої рослинності, 50 проб водної рослинності; 670 аналізів з визначення ПРН у підземних водах і 300 аналізів поверхневих вод, 35 проб риб за допомогою методів альфа-спектрометрії, альфа-бета-радіометрії та рідинно-сцинтиляційної спектрометрії, проаналізовано результати 170 гідрохімічних аналізів підземних вод, 65 поверхневих вод, хімічного забруднення 50 проб ґрунтів (20 елементів), 10 проб аерозолів (11 елементів), 50 проб для визначення радону в ґрунтах, 600 проб щільності його потоку з поверхні ґрунту, 600 проб об'ємної концентрації радону у повітрі на території хвостосховищ та будівлях колишнього і сучасного виробництва.

Таким чином, усі експериментальні дані, положення та висновки дисертації є аргументованими і науково достовірними.

5. Наукова новизна одержаних результатів.

Автором вперше проаналізовані результати вимірювань ПРН у абіотичних і біотичних компонентах природного середовища у зоні впливу колишнього уранового підприємства та визначена динаміка забруднення довкілля. Вперше визначені пріоритетні шляхи формування доз опромінення персоналу та населення, а також оцінено відповідні радіаційні ризики для наземних і водних екосистем у зоні впливу об'єктів уранової спадщини «ПХЗ».

На базі аналізу результатів досліджень в дисертації вперше доведено відсутність суттєвого впливу радіоактивних залишків («ПХЗ») на дози опромінення населення за рахунок атмосферного перенесення аерозольних частинок радону-222 та його дочірніх продуктів розпаду (ДПР). Вперше встановлено, що основним фактором винесення радіонуклідів за межі майданчика є стік поверхневих вод з його території у річку Коноплянка, який не впливає на рівень безпеки водокористування в басейні річки Дніпро.

В роботі вперше виконано оцінку радіоекологічних ризиків для найбільш вразливих біологічних організмів водної екосистеми річки Коноплянка і встановлено, що дози опромінення для референтних таксономічних груп організмів, зокрема зоопланктону і риб не перевищують референтний рівень радіаційного ризику $400 \text{ мкГр} \cdot \text{год}^{-1}$.

Вперше визначено вміст радіонуклідів урану-238 і радію-226 у біомасі дерев із хвостосховищ залишків уранового виробництва та доведено, що вони не перевищують референтні рівні безпечного поводження з деревиною.

6. Теоретичне значення роботи.

Теоретичне значення дисертації полягає у визначенні закономірностей формування забруднення довкілля та визначення впливу на абіотичні і біотичні елементи природного середовища у зоні впливу об'єктів уранової спадщини «ПХЗ», а також встановленні пріоритетних шляхів формування доз опромінення персоналу і населення, оцінці радіаційних ризиків для біоти наземних та водних екосистем у зонах впливу хвостосховищ для обґрунтування заходів для ремедіації територій.

7. Практичне значення роботи.

Практичним надбанням роботи є розроблені та затверджені Методичні вказівки «Радіаційно-гігієнічне регламентування проведення робіт на об'єктах ліквідованого Придніпровського хімічного заводу (ПХЗ)», які були впроваджені в практику виробничої діяльності вимірювальної лабораторії ДП «Бар'єр» – оператора радіаційно-небезпечних об'єктів колишнього ВО «ПХЗ» (Акт впровадження – додаток А дисертаційної роботи).

Розроблені та удосконалені методики низько-фонової альфа- і бета-радіометрії використовуються в програмах фонового моніторингу довкілля у підрозділах національної гідрометеорологічної служби ДСНС України (Акт впровадження – додаток В).

Результати вимірювань, надані у дисертації, використовувалися для верифікації та параметризації математичних моделей радіаційного і хімічного забруднення від певних радіаційно-небезпечних об'єктів на територіях колишнього ВО «ПХЗ» для обґрунтування загальної стратегії приведення в екологічно безпечний стан території колишнього ВО «ПХЗ» і на етапі підготовки звіту з «Аналізу безпеки і обґрунтування заходів приведення майданчика у безпечний стан» в рамках обґрунтування технічної допомоги ЄС (проект Europe/Aid/134871/C/C/SER/UA).

8. Характеристика розділів, оцінка змісту дисертації, її завершеність в цілому.

Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи складає 226 сторінок, 20 таблиць, 42 рисунка. У списку використаних джерел 162 найменування, з них - 44 англомовних. У додатках представлені довідки про впровадження результатів наукових досліджень, що виконані в рамках даної дисертаційної роботи.

9. Аналіз змісту дисертації.

Перший розділ роботи містить три підрозділи, які присвячені аналізу літературних джерел щодо особливостей процесів видобутку та переробки урану, радіоактивним та хімічним залишкам цього виробництва в контексті формування спадщини уранового виробництва в Україні. У другому підрозділі розглядаються екологічні аспекти впливу спадщини уранового

виробництва на довкілля, а саме: ймовірні шляхи розповсюдження радіонуклідів та механізми їх впливу на біоту, аналіз результатів досліджень радіаційної та екологічної безпеки, які проводились на проммайданчику «ПХЗ». Третій підрозділ містить опис та аналіз вимог міжнародних стандартів радіаційної безпеки щодо організації радіаційного моніторингу та аналіз відповідного досвіду інших країн світу.

Другий розділ присвячений об'єктам та методам дослідження. Перша частина розділу містить детальний опис об'єктів дослідження, включаючи опис екосистеми та біоти зони впливу «ПХЗ». Далі приведений аналіз кліматичних, геологічних, гідрогеологічних, геоморфологічних особливостей території проммайданчика та зони його впливу. Наприкінці підрозділу автором проаналізовані шляхи можливого виносу радіонуклідів за межі проммайданчика, проведена їх характеристика в контексті обґрунтування вимог до мережі спостережень та програми дослідження.

Друга частина розділу містить опис методів дослідження та обґрунтування їх вибору, а саме: методики відбору проб ґрунтів, води, повітря (аерозолі, радон і його ДПР), донних відкладень, методів вимірювання радіонуклідів та хімічних елементів у відібраних пробах за програмою дослідження. Розділ також містить інформацію про методики аналізу отриманих результатів досліджень, методики розрахунків доз опромінення та радіаційних ризиків, а також опис застосованих при аналізі отриманих даних математичних моделей.

Наступні розділи містять результати вимірювань ПРН у ґрунтах, воді, радіоактивних аерозолях, аналіз результатів вимірювань та їх обговорення в контексті сформульованих дисертантом завдань.

На початку третього розділу автор аналізує закономірності просторового забруднення ґрунтів та приводить карту ПАЕД гамма-випромінювання окремих територій проммайданчика «ПХЗ». Далі приведено результати вимірювань усереднених характеристик вмісту радіонуклідів уран-торієвих рядів у ґрунтах і насипних матеріалах на поверхні проммайданчика та результати їх гамма-спектрометричного аналізу у пробах колонок ґрунтів, включно з аналізом вертикальної структури розподілу радіонуклідів. У наступному підрозділі автор описує результати вимірювань ПАЕД в обстежених виробничих приміщеннях і спорудах, які є потенційними джерелами формування радіоактивного пилу,

що розповсюджується за межі будинків на прилеглі території. В рамках цього дослідження приведені результати вимірювань і характерні концентрації активності радіонуклідів уран-торієвих рядів у аерозолях.

Аналіз результатів вимірювання радіоактивних аерозолів дозволив автору встановити закономірності формування радіоактивного забруднення атмосферними аерозолями, а саме: залежність від метеорологічних факторів, сезонності випадінь, стану та типу підстильної поверхні як джерела вітрового підйому аерозолів тощо.

Далі дисертантом приведені результати вимірювань хімічних елементів у аерозолях, які притаманні хімічному забрудненню території і пов'язані з особливостями технологічного процесу екстракції урану.

У наступному підрозділі автор наводить результати аналізу вимірювань радону та його ДПР у повітрі щодо їх ексхаляції з поверхні ґрунтів та покриттів хвостосховищ. Автором приведені визначені закономірності ексхаляції радону, його просторовий розподіл та проаналізована варіабельність його об'ємних активностей щодо різних об'єктів: будівель, хвостосховищ та ґрунтів, забруднених радієм. Далі наведено результати вимірювань ПРН та їх аналіз у підземних водах, включаючи результати моделювання процесів щодо вилуговування урану та його виносу з підземними водами за межі проммайданчика. За результатами моделювання дисертантом розраховані коефіцієнти концентрування радіонуклідів та проведено відповідну характеристикацію підземних вод. На останок, автор наводить результати хімічного забруднення підземних вод для різних об'єктів дослідження, оцінки їх мінералізації та аналізує механізми впливу цих чинників та виніс радіонуклідів. Наступний підрозділ містить результати дослідження поверхневих вод, а також аналіз цих результатів в контексті динаміки виносу радіонуклідів за межі санітарно-захисної зони «ПХЗ» та основні тренди формування забруднення річок Коноплянка та Дніпро. Далі дисертант приводить відповідні результати вимірювань на контрольних - фонових ділянках, які не зазнали впливу «ПХЗ» в порівнянні з забрудненими.

Четвертий розділ (Оцінки радіоекологічних ризиків забруднення) автор присвятив радіоекологічним впливам «ПХЗ» на біоту. В розділі приведено оцінки накопичення радіонуклідів у біомасі дерев, оцінки доз опромінення біоти наземних екосистем, а саме: приведено розрахунки та

аналіз доз опромінення для референтних рослинних угруповань (трави; лишайників і мохоподібних; кущів; дерев); безхребетних тварин (кільчастих хробаків, черевоногих молюсків, крилатих комах) тощо. Окремо приведено розрахунки та аналіз потенційних доз опромінення гідробіонтів екосистем р. Коноплянка та ділянки фонових спостережень (Дніпровське водосховище) за різними сценаріями опромінення та висновками за результатами аналізу.

Наступний підрозділ містить аналіз результатів дослідження в контексті доз опромінення персоналу, який працює на промайданчику «ПХЗ», та населення.

П'ятий розділ дисертації присвячений обговоренню результатів дослідження в контексті рекомендацій щодо планування моніторингу на різних етапах реалізації стратегії приведення майданчиків у безпечний стан.

У заключному розділі Лаврова Т.В. формулює висновки до дисертаційної роботи.

Оцінюючи зміст дисертації загалом, можна сказати, що робота сприймається як завершена наукова праця, результати досліджень викладені автором логічно і послідовно.

Таким чином, обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій, які сформульовано у дисертації, а також їх достовірність підтверджені використанням сучасних методів досліджень, наявністю системи забезпечення якості вимірювань, коректністю завдань досліджень та адекватністю шляхів і методів їх вирішення.

Сформульовані висновки та рекомендації в повній мірі відображають результати проведених автором експериментальних досліджень та є логічним завершенням роботи. Висновки відповідають змісту дисертації.

10. Відповідність дисертації профілю спеціалізованої вченої ради.

Дисертаційна робота Лаврової Т.В. повністю відповідає спеціальності та профілю спеціалізованої ради, в яку вона представлена.

11. Повнота викладу основних результатів дисертації в наукових фахових виданнях.

Результати дисертації Лаврової Т. В. відображені у 28 публікаціях, а

саме: 2-ох статтях у фахових виданнях України, 5 статей у наукових виданнях інших держав, які входять до міжнародних науко-метричних баз даних SCOPUS, 8 статей в наукових виданнях рекомендованих ДАК України, а також 12-ти тез наукових доповідей, і одному нормативно-методичному документі.

12. Ідентичність змісту автореферату і основних положень дисертації.

Автореферат дисертаційної роботи Лаврової Т.В. повністю відповідає змісту дисертації.

13. Зауваження і побажання, дискусійні питання.

Робота Лаврової Т.В. містить значний фактичний матеріал та ґрунтується на сучасних наукових підходах та методах. Висновки автора спираються на достовірний та репрезентативний матеріал.

Проте, є ряд зауважень та пропозицій:

1. Можливо, було б доцільно підрозділ 3.4.2 (Особливості визначення ²¹⁰Ро в аерозолях) перенести у методичний розділ.

2. У висновках доречно було б більш чітко відобразити пріоритетність отриманих результатів та їх новизну.

3. Деякі літературні джерела були опубліковані в минулому столітті (10, 18, 54, 61, 66, 71, 94). В більшості цих випадків автор цитує фундаментальні роботи, ігнорування яких було б не виправдано, але деякі з використаних застарілих джерел вже втратили свою актуальність (наприклад, 61, 66, 71).

4. Список літературних джерел потребує деяких редакційних правок (наприклад, 59 та 122).

Виявлені недоліки не мають принципового характеру, не впливають на позитивне враження від роботи і не знижують її наукової та практичної цінності.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Лаврової Тетяни Валеріївни на тему: «Радіоекологічний моніторинг майданчиків спадщини уранового виробництва» є завершеною науковою працею та за своєю актуальністю, теоретичним та практичним значенням, обсягом виконаних досліджень, новизною отриманих результатів, ступенем обґрунтованості наукових положень і рекомендацій, повнотою викладення результатів у фахових виданнях та за результатами впровадження відповідає:

(а) вимогам наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», постанови Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 року «Про затвердження Порядку присудження наукових ступенів», яка поширюється на осіб, які продовжують здобувати науковий ступінь кандидата наук відповідно до абзацу 3 пункту 3 постанови Кабінету Міністрів України № 567 від 27 липня 2016 року;

(б) спеціальності та профілю спеціалізованої вченої ради Д 26.004.08 Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Дисертаційна робота може бути прийнята до захисту з метою присудження наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.01 «Радіобіологія».

Автор дисертаційної роботи, Лаврова Тетяна Валеріївна, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата біологічних наук за вказаною вище спеціальністю.

Офіційний опонент:

Завідуюча лабораторією радіаційного захисту ДУ «ІГЗ ім. О.М.Марзеєва НАМН України», членкиня Міжнародного комітету стандартів радіаційної безпеки МАГАТЕ, д.б.н., проф.



Тетяна ПАВЛЕНКО

Завіряю. Бачений секретар
Державної установи

ІНСТИТУТУ ГРОМАДСЬКОЇ БЕЗПЕКИ
ІМ. О. М. МАРЗЕЄВА НАМН УКРАЇНИ

20 р. Підпис