

Голові спеціалізованої
вченої ради К 64.812.01 Науково-
дослідній установи «Український
науково-дослідний інститут
екологічних проблем»

61166, м. Харків, вул. Бакуліна, 6

ВІДГУК

офіційного опонента, кандидата технічних наук

Сороки Юрія Миколайовича на дисертаційну роботу Солодовнікової Лідії Миколаївни «**Зниження рівня радонебезпеки сховищ радіоактивних відходів в Україні**», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека

Актуальність теми дисертаційного дослідження.

Утворення великої кількості місць зберігання та захоронення радіоактивних відходів (РАВ) в Україні обумовлено наявністю урановидобувних і переробних підприємств, широким використанням радіоактивних матеріалів в науково-дослідницьких цілях, промисловості, медицині і сільському господарстві.

Практично усі сховища радіоактивних відходів, які вміщують природні радіонукліди, несуть потенційну радонебезпеку для навколишнього природного середовища. Посилює радонебезпеку цих сховищ той фактор, що значна частина території України розташована на кристалічному щиті з великими запасами природних радіонуклідів уранового та торієвого рядів, що також сприяє інтенсивному виділенню радону-222 в атмосферне повітря та забрудненню навколишнього природного середовища. Практично усі сховища радіоактивних відходів знаходяться недалеко від населених пунктів.

Саме ці факти і обумовлюють актуальність і важливість дисертаційної роботи Солодовнікової Л.М., яка присвячена розробці заходів щодо **зниження рівня радонебезпеки сховищ радіоактивних відходів із застосуванням екологічно безпечного еталонного джерела радону-222**, необхідного для калібрування засобів вимірювання радону при детальному вивченні радонової обстановки сховищ РАВ закритого і відкритого типів та поблизу них. Ці розроблені ефективні технічні заходи забезпечать належний екологічний стан навколишнього природного середовища біля місць зберігання та захоронення РАВ та знизять дозове навантаження від радону-222 на виробничий персонал сховищ та населення.

Структура і обсяг дисертації. Загальний обсяг дисертації становить 179 сторінок, з них 139 сторінок основного тексту, з них – 49 рисунків по тексту, 16 таблиць по тексту, 1 таблиця на 1 окремії сторінці, списку використаних джерел з 156 найменувань на 17 сторінках і 9 додатків на 23 сторінках.

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

Дисертаційну роботу виконано відповідно до «Програми підготовки до ліквідації могильника радіоактивних відходів на території колишньої ділянки

зберігання ядерної зброї об'єкта «Макарів», затвердженої заступником міністра оборони України, командувачем 43-ї ракетної армії генералом-полковником В. О. Михтюком 30.12.1999р. , «Державної цільової екологічної програми приведення в безпечний стан уранових об'єктів державного підприємства «Бар'єр» на 2015-2017 рр.», затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 23 грудня 2015 р. №1091 та Планових наукових досліджень ДНУ «НТК «Інститут монокристалів» НАН України у межах НДР «Розвиток хіміко-аналітичних методів характеристики та контролю складу наноструктурованих і монокристалічних функціональних матеріалів та фармсустанцій» (№ держреєстрації 0115U003045).

Аналіз основного змісту, наукової новизни, практичної значимості достовірності та обґрунтованості отриманих результатів.

У вступі обґрунтовано актуальність роботи, визначено її зв'язок з науковими програмами та темами, сформульовано мету та завдання дисертаційної роботи, зазначено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, перераховано основні положення і закономірності, отримані автором. Наведено інформацію про апробацію результатів досліджень і публікацій, що висвітлюють основні положення дисертаційної роботи.

У першому розділі здобувачем проведено аналіз теоретичних та експериментальних досліджень вкладу радонебезпеки у систему екологічної безпеки територій та населення в районах розташування сховищ радіоактивних відходів в різних країнах світу. Дано загальну характеристику основних сховищ радіоактивних відходів на території України та обґрунтовано необхідність дослідження показників об'ємної активності та густини потоку радону таких об'єктів, як II секція відкритого Сухачівського хвостосховища радіоактивних відходів колишнього ВО «Придніпровський хімічний завод», закрите сховище твердих радіоактивних відходів Харківського ДМСК УкрДО «Радон», закрите сховище твердих радіоактивних відходів колишньої ділянки ядерної зброї об'єкту «Макарів».

Розглянуто внесок у радіаційний фон небезпечного радіоактивного газу радону-222, який є складовим компонентом атмосферного повітря всіх сховищ радіоактивних відходів та обґрунтовано необхідність визначення рівнів радонебезпеки сховищ РАВ, які досліджуються. Це дало можливість автору сформулювати задачі дисертаційного дослідження.

У другому розділі здобувачем теоретично обґрунтовано необхідність та доцільність створення екологічно безпечного джерела радону-222, що ґрунтуються на доступності матеріалу, який генерує радон-222, ефективності технічного та екологічного застосування. Також викладено результати робіт, пов'язаних зі створенням еталонного джерела радону-222 на базі стандартного зразка уранової руди УР-768С, які включають дослідження стандартних зразків УР-47С, УР-114С, УР-240С і УР-768С на вміст в них масових часток урану-238 та радію-226 та вибір УР-768С, визначення питомої активності стандартного зразка УР-768С відносно радону і наведення розрахунків оптимального температурного режиму еманування радону-222 в еталонному джерелі. Автором також представлена запатентована загальна конструкція еталонного джерела та наведені його дослідження на герметичність та відповідність

вимогам радіаційного захисту, що підтверджує його екологічну безпеку, а використання в якості джерела радону-222 стандартного зразка уранової руди УР-768С, яка видобувається в Україні, доводить економічну вигідність і простоту в експлуатації створеного еталонного джерела.

У третьому розділі запропоновано алгоритм оцінки радононебезпеки досліджених сховищ РАВ закритого та відкритого типів, враховуючи те, що процес розповсюдження радону в них суттєво відрізняється через конструктивні особливості сховищ, місця їх розташування та призначення.

Проведення теоретичних досліджень розповсюдження радону-222 в повітрі сховищ РАВ закритого та відкритого типів дозволило обрати засоби вимірювання радону для контролю рівня радононебезпеки сховищ РАВ, які досліджуються. Прилади, які використовувалися для досліджень, були відкалібровані за допомогою створеного еталонного джерела радону-222.

У четвертому розділі наведено результати досліджень показників радононебезпеки сховищ РАВ закритого та відкритого типів. Здобувачем були проведені експериментальні визначення об'ємної активності радону-222: в повітрі сховища твердих радіоактивних відходів Харківського спецкомбінату УкрДО «Радон» та в атмосферному повітрі потенційно небезпечного сховища твердих радіоактивних відходів об'єкта «Макарів» Міністерства оборони України, яке проводилося всередині сховища, так і на прилеглий до нього території. Також здобувачем були проведені вимірювання густини потоку радону-222 та еквівалентної рівноважної об'ємної активності радону-222 в СЗЗ (радіус 1 км) II секції Сухачівського хвостосховища колишнього ВО «Придніпровський хімічний завод». Результати вимірювань густини потоку та об'ємної активності радону-222 довели радононебезпеку досліджуваних об'єктів. У зв'язку з цим, здобувачем було запропоновано технічні заходи щодо зниження рівня радононебезпеки сховища твердих радіоактивних відходів Харківського спецкомбінату УкрДО «Радон», сховища ТРВ об'єкта «Макарів» та II секції Сухачівського хвостосховища колишнього ВО «Придніпровський хімічний завод».

У висновках до розділів наведені наукові та практичні результати, отримані в дисертаційній роботі.

Наукова новизна отриманих результатів.

У результаті виконання комплексу теоретичних та практичних досліджень щодо екологічної безпеки заходів по зниженню рівня радононебезпеки сховищ радіоактивних відходів автором:

вперше:

- теоретично обґрунтовано можливість використання стандартних зразків уранової руди для створення твердотільного еталонного джерела радону-222 при здійсненні наукових досліджень у галузі екологічної безпеки експлуатації сховищ РАВ за радоноюю складовою;

- теоретично встановлено умови оптимального режиму еманування стандартного зразка уранової руди УР-768С при створенні еталонного джерела радону-222, що забезпечує стабільність його роботи під час проведення радіаційного контролю радону-222 в навколишньому природному середовищі;

- науково доведено та експериментально підтверджено відсутність кореляції між густиною потоку радону-222 з поверхні відкритого сховища РАВ

та його еквівалентною рівноважною об'ємною активністю в атмосферному повітрі СЗЗ сховища, що дозволило обґрунтувати доцільність та достатність вимірювання лише густини потоку радону-222 з його поверхні для моніторингу та контролю радононебезпеки навколишнього природного середовища та населення;

- теоретично обґрунтовано режими екологічно безпечної роботи персоналу щодо радонової складової: 1) у повітрі робочої зони закритого сховища твердих радіоактивних відходів, які досягаються шляхом використання примусової вентиляції; 2) в атмосферному повітрі відкритого сховища РАВ – шляхом використання одношарових та тришарових протирадонових покриттів;

удосконалено:

- процес визначення радону-222 в сховищах РАВ закритого та відкритого типів за допомогою додаткового алгоритму оцінки їх радононебезпеки, з метою підвищення радіаційної безпеки поблизу територій об'єктів зберігання РАВ;

набуло подальшого розвитку:

- обґрунтування підходів для оцінки радіаційного впливу сховищ РАВ на навколишнє природне середовище та людину, які полягають у доцільності та достатності вимірювання густини потоку радону-222 з поверхні сховищ РАВ відкритого типу та його об'ємної активності в повітрі закритих сховищ РАВ.

Практичне значення одержаних результатів

Результати дисертаційної роботи Солодовнікової Л.М. мають суттєве практичне значення.

Автором розроблено та підтверджено патентом України на винахід джерело радону-222, впровадження якого дозволяє проводити калібрування засобів контролю радононебезпеки на сховищах РАВ шляхом вимірювань об'ємної активності радону та густини його потоку в сховищах РАВ, що забезпечує достовірність результатів вимірювання та дозволяє розробити і впровадити ефективні заходи радіаційного захисту.

Основні результати дисертаційної роботи включено до курсів з дисциплін «Фізико-технологічні основи ядерно-паливного циклу», «Ядерна та альтернативна енергетика», «Фізичні методи досліджень» на фізико-технічному факультеті Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

Ступень обґрунтованості, достовірності наукових досліджень, висновків, рекомендацій.

Наукові положення, теоретичні висновки та практичні рекомендації в дисертаційній роботі є достатнім і належним чином обґрунтованими. Для їх отримання автором проведені теоретичні та експериментальні дослідження, використані відповідні вітчизняні та іноземні літературні джерела.

Достовірність отриманих даних достатня, оскільки в ході роботи над дисертацією автор використовувала сучасні методи досліджень і обробки

отриманих результатів, а саме: метод числового моделювання (R-функцій) для дослідження дифузійних процесів розповсюдження радону в повітрі закритих сховищ радіоактивних відходів та для визначення оптимального температурного режиму еманування еталонного джерела радону-222; радіохімічний метод екстракції радону з наступною його ідентифікацією на альфа -, бета - спектрометричній системі «Quantulus 1220» для визначення питомої активності стандартного зразка УР-768С відносно радону; радіометричні методи, а саме, з використанням іонізаційних камер (AlphaGUARD PQ 2000, ATMOS-12D) та сцинтиляційний метод вимірювання еквівалентної рівноважної об'ємної активності радону-222 (ЕРОА) (радіометр РГА-09) для визначення показників об'ємної активності та густини потоку радону в досліджених сховищах радіоактивних відходів; методи математичної статистики для обробки результатів вимірювань об'ємної активності та густини потоку радону в сховищах радіоактивних відходів

Оцінка ідентичності змісту автореферату та основних положень дисертації.

Зміст та структура автореферату ідентично відображають викладені в дисертації дослідження, основні наукові результати та висновки.

Повнота викладення наукових положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях.

Основні результати дисертаційної роботи відображено в 32 друкованих роботах в різних виданнях України та за кордоном, в тому числі: в 8 статтях у наукових фахових виданнях України, затверджених МОН, 3 з яких у виданнях, які входять до міжнародних наукометричних баз, в 22 тезах доповідей, в 1 патенті на винахід України та в 1 патенті у закордонному виданні.

Дисертаційна робота написана ясною та зрозумілою для фахівців в галузі екологічної безпеки мовою. Наприкінці кожного розділу роботи зроблено конкретні, обґрунтовані висновки. Стиль, мова, оформлення дисертації та автореферату відповідають вимогам до кандидатських дисертацій та демонструють вміння автора стисло, ясно і чітко викладати теоретичні та практичні результати наукової роботи.

Відповідність мети, об'єкту, предмету та завдань дослідження паспорту спеціальності.

За метою, об'єктом, предметом та завданнями досліджень дисертаційна робота відповідає формулі та паспорту спеціальності 21.06.01– екологічна безпека (технічні науки, напрямок «Обґрунтування наукових засад безпечного видобування, зберігання, технології переробки, транспортування, захоронення, знешкодження радіоактивних та інших шкідливих речовин»).

Редакційний аналіз роботи. Робота викладена з використанням сучасної термінології та є послідовно і логічно завершеною. Оформлення роботи відповідає вимогам ДСТУ - 3008 - 95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення». Назва роботи цілком відповідає її змісту. Обсяг дисертації та автореферату відповідає встановленим нормам.

Зауваження до дисертаційної роботи та автореферату:

Позитивно оцінюючи в цілому виконану роботу, вважаю необхідним зробити ряд зауважень.

1. На стр. 37 дисертації стверджується, що радіоактивний газ радон-222 і продукти його розпаду здійснюють домінуючий внесок в колективну дозу опромінення населення приблизно 70%, що відповідає близько 1 мЗв на рік [1, 2] з посиланням на літературу тридцяти - сорокарічної давнини. Ця доза значно вище і становить в залежності від району від 2 до 8 мЗв і більше.

2. Твердження що, «створено еталонне джерело радону-222 на основі стандартного зразка уранової руди УР-768С, що дозволяє підвищити рівень радіаційної безпеки під час експлуатації сховищ РАВ закритого та відкритого типів та забезпечити нормативний екологічний стан на кордоні санітарно-захисної зони населених пунктів поблизу цих об'єктів» достатньо дискусійне, так як воно ніяк не впливає на екологічний стан, а дозволяє більш точно виконувати вимірювання.

3. В роботі використовується як система СІ, так і несистемні величини, наприклад еквівалентна і експозиційна доза, що викликає складності в розумінні суті деяких розрахунків.

4. У роботі «виявлена відсутність кореляції між густиною потоку радону-222 з поверхні ІІ секції Сухачівського хвостосховища та його еквівалентною рівноважною об'ємною активністю в атмосферному повітрі хвостосховища дозволила обґрунтувати доцільність та достатність вимірювання лише густини потоку радону-222 з його поверхні для контролю радононебезпеки території хвостосховища». Разом з тим, в дисертації немає математичного обґрунтування відсутності цієї кореляції

5. Не зрозуміло, чому автор не приводить методику вимірювань радону на глибині 4 і 2 м у сховищі ТРВ Харківського ДМСК і обґрунтування кількості вимірів і їх похибки?

6. У дисертації відсутні посилання на всі публікації автора.

7. У дисертації та авторефераті має місце різне позначення густини потоку радону-222 з поверхні ($\text{Бк}/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ та $\text{Бк} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$).

Проте, на мій погляд, зазначені недоліки та зауваження принципово не впливають на ступінь наукової новизни та практичної значимості отриманих в дисертаційній роботі результатів. Зроблені автором висновки і положення, що виносяться на захист, добре обґрунтовані, логічно випливають із отриманих даних і відповідають поставленій меті й завданням дослідження.

Загальний висновок по дисертаційній роботі.

Дисертаційна робота Солодовнікової Л.М «Зниження рівня радононебезпеки сховищ радіоактивних відходів в Україні» є завершеним науковим дослідженням, виконаним автором самостійно на актуальну тему, яке містить нове розв'язання важливої науково-прикладної проблеми в галузі екологічної безпеки і включає обґрунтування шляхів зниження рівня радононебезпеки сховищ радіоактивних відходів в Україні з застосуванням створеного еталонного джерела радону-222, дослідження рівнів радононебезпечної складової екологічної безпеки територій та наукові розрахунки товщини протирадонових покриттів для зниження потоку радіоактивного газу радону-222 з небезпечних ділянок що у сукупності суттєво

підвищує рівень екологічної безпеки та знижує радіаційний ризик аварійних ситуацій.

Дисертація повністю відповідає формулі та паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека та вимогам пп. 9, 10, 12-14 положення про «Порядок присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р. із змінами, а її автор Солодовнікова Лідія Миколаївна заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Доцент кафедри екології та
охорони навколишнього середовища
Дніпровського державного
технічного університету МОН
України, кандидат технічних наук



Ю.М. Сорока

Підпис к.т.н., доцента Сороки Ю.М.
засвідчую:
Учений секретар ДДТУ,
доцент, к.соц.н.



Л.М. Сорокіна

20.03.2020р.