

Відгук

офіційного опонента, д.т.н. Ольховика Юрія Олександровича на дисертаційну роботу Сороки Юрія Миколайовича за темою «НАУКОВІ ОСНОВИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ПОВОДЖЕННІ З МАТЕРІАЛАМИ З ВМІСТОМ ПРИРОДНИХ РАДІОНУКЛІДІВ», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – Екологічна безпека

Для опонування було надано автореферат на 44 сторінках та дисертацію повним обсягом 327 сторінок, яка складається з анотації, вступу, шести розділів, 8 додатків, 38 рисунків, 76 таблиць і 268 посилань на використані джерела. Дисертацію виконано у Дніпровському державному технічному університеті.

Актуальність теми дисертації.

В контексті національної безпеки України вивчення екологічної обстановки територій, які характеризуються підвищеним вмістом радіонуклідів природного походження, є ефективним засобом покращення екологічних умов проживання населення і відповідно збереження здоров'я людей.

Джерелом радону в Україні є територія Українського щита, де широко розповсюджені гранітоїди, що мають підвищений вміст урану, та різноманітні родовища і рудопрояви.

Наразі в Україні триває видобування і переробка уранової руди, що призводить до погіршення радіаційної обстановки на регіональному, локальному та об'єктовому рівнях.

Існуюча на даний час в Україні нормативно-правова база щодо радіаційної безпеки та протирадіаційного захисту населення та персоналу підприємств, що здійснюють діяльність з використанням радіоактивних матеріалів природного походження, в тому числі при поводженні з технологічним обладнанням, яке має забруднення природними радіонуклідами, на теперішній час представлена лише окремими розділами «Основних санітарних правил забезпечення радіаційної безпеки України» та частково НРБУ-97.

В той же час Угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, ратифікована у 2014 році, передбачає, що Україна має привести свою систему технічного регулювання у відповідність до європейських вимог. Директива ЄС 2013/59/ЄВРАТОМ від 05.12.2013 передбачає, що держави-члени ЄС і відповідно асоційовані держави повинні

забезпечити ідентифікацію діяльності, пов'язану із використанням радіоактивних матеріалів природного походження, застосування яких приводить до опромінення працівників або осіб з населення.

З метою покращення ситуації, що склалася в Україні з забезпеченням радіоекологічного та радіаційного захисту та з метою імплементації в національне законодавство України положень Директиви ЄС 2013/59/ЄВРАТОМ від 05.12.2013, Кабінетом Міністрів України прийнято Розпорядження №110-р від 18.02.15 «Про схвалення розроблених Державною інспекцією ядерного регулювання планів імплементації деяких актів законодавства ЄС», що однозначно свідчить про гостроту проблеми радіоекологічного захисту населення та довкілля в Україні. У зв'язку із зазначеним, вибрана тема дисертаційної роботи та задачі щодо розвитку наукових основ забезпечення екологічної безпеки при поводженні з матеріалами з вмістом природних радіонуклідів є актуальними та перспективними для подальших науково-технічних розробок.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наукові дослідження, представлені у дисертаційній роботі, здійснювались за темами «Моніторинг та оцінка впливу промислових підприємств на довкілля міста Дніпродзержинська» (№ ДР 0114U006556) та «Дослідження рівня екологічної безпеки техногенно навантажених територій Дніпропетровської області» (№ ДР 0115U006872). Окремі результати досліджень були отримані у 2004-2009 р.р. в рамках НДР за темами «Наукове обґрунтування оптимальних обсягів радіаційного моніторингу навколишнього середовища та помешкань населення в районі розміщення хвостосховищ відходів переробки уранових руд», шифр АМН Ф.03.05, (№ ДР 01050U02729) та «Вивчити вміст радону й продуктів його розпаду в шахтах Кривбасу й захворюваність підземних гірників раком легенів», шифр ХД 14.02.0008.95, (№ ДР 195U019827). Частина результатів отримана у 2001-2008 р.р. при виконанні НДР у якості керівника за проектами УНТЦ № 1160 «Дослідження ступеня радіаційного забруднення навколишнього середовища в місцях, де велось виробництво уранового концентрату, і розробка рекомендацій по реабілітації забруднених територій» і № 3290 «Обґрунтування шляхів зменшення переходу природних радіонуклідів у місцях добування і переробки урану», у яких дисертант був відповідальним виконавцем.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Наведені в дисертаційній роботі наукові положення, теоретичні висновки та практичні рекомендації

викладені в логічній послідовності, є достатніми і належним чином обґрунтованими. Для їх отримання автором проаналізовано і узагальнено світовий досвід організації екологічної захищеності населення та довкілля при поводженні з матеріалами з вмістом природних радіонуклідів, обґрунтовано принципи радіоекологічного захисту навколишнього середовища у місцях видобутку і переробки руд, які вміщують природні радіонукліди, досліджено вплив діяльності гірничодобувних підприємств на забруднення довкілля природними радіонуклідами. Особливу увагу автором приділено розгляду впливу радону на робітників і населення в районі розташування підприємств з видобутку та переробки руд та матеріалів. Дисертантом виконані численні аналізи на вміст природних радіонуклідів у технологічних відходах промислового виробництва, що дозволило виявити їхній вплив на забруднення рекультиваційного покриття та навколишнього середовища. Логічним наслідком виконаної багаторічної роботи є запропонована стратегія та напрямки реабілітації навколишнього середовища на підприємствах, де виконувались роботи з матеріалами з вмістом природних радіонуклідів, а також розробки з удосконалення методичної та нормативної бази, які підвищують рівень екологічної безпеки на підприємствах, де існує можливість опромінення персоналу чи населення радіоактивним матеріалом природного походження.

Основні висновки відповідають змісту роботи і логічно випливають із суті роботи та проведених теоретичних і експериментальних досліджень.

Достовірність результатів досліджень забезпечується коректністю постановленої задачі, точністю використаних приладів, використанням комплексу наукових методів, що включав аналіз науково-технічної літератури, експериментальні методи польових досліджень, лабораторні методи альфа-, бета і гама-спектрометрії. Крім того, достовірність і практична значимість отриманих результатів підтверджується декількома актами впровадження, які наведені у Додатках до роботи.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у встановленні на основі теоретичних узагальнень, результатів експериментальних досліджень і розрахунків доз опромінення та оцінки радіаційного ризику закономірностей виникнення небезпеки радіаційного забруднення, що є підґрунтям розвитку наукових основ забезпечення екологічної безпеки при поводженні з матеріалами, які містять природні радіонукліди.

Проаналізувавши матеріали дисертаційної роботи необхідно відзначити наукову новизну таких результатів:

1. Запропоновано методологію аналізу ризику територій, що зазнали радіаційного забруднення природними радіонуклідами для прийняття

управлінських рішень з питань реабілітації та забезпечення радіоекологічної безпеки населення та навколишнього середовища;

2. Виконано оцінку впливу ексхаляції радону на радіоактивне забруднення територій та приміщень і запропоновано норматив щільності потоку радону з поверхні ґрунтів для типового будівництва на територіях, на яких є вірогідність широкої зміни рівня ексхаляції радону;

3. Визначено залежність радіаційних параметрів безпеки персоналу в залізорудних шахтах від забруднення рудникового повітря радоном і природними радіонуклідами, що дозволило створити класифікацію таких шахт за рівнем радіаційної безпеки, яка є основою для створення системи радіаційного контролю на зазначених об'єктах;

4. Розроблено точний і простий у виконанні метод вимірювання щільності потоку радону за допомогою пристрою для експозиції сорбенту (активоване вугілля) на поверхні, що еманує, з подальшим аналізом його на гамма-спектрометрі, що дозволяє проводити вимірювання інтегрального рівня ексхаляції радону від $4 \text{ мБк} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ при похибці вимірювання не більше 20%;

5. Удосконалено методологію визначення основних параметрів системи радіоекологічного моніторингу підприємств з видобутку та переробки руд та матеріалів, збагачених природними радіонуклідами.

6. Розроблено стратегію та запропоновані напрямки реабілітації навколишнього середовища на підприємствах, де були роботи з матеріалами з вмістом природних радіонуклідів, з метою забезпечення радіоекологічної безпеки населення та навколишнього середовища та дотримання національних норм радіаційної безпеки, норм ЄС та рекомендацій МАГАТЕ;

7. Набули подальшого розвитку методична та нормативна бази визначення рівня екологічної безпеки на підприємствах, де існує можливість опромінення персоналу чи населення радіоактивним матеріалом природного походження, що підвищує точність розрахунку доз опромінення і знижує ризику захворювань персоналу і населення.

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробці засобів і методів екологічного захисту населення і навколишнього середовища при видобутку і переробці руд і при поводженні з матеріалами з вмістом природних радіонуклідів. Результати дослідження використані при створенні ряду галузевих нормативно-методичних документів, а саме:

- Санитарные правила ликвидации, консервации и перепрофилирования предприятий по добыче и переработке радиоактивных руд (СП ЛКП-91) Министерство здравоохранения СССР.1991. М.-1991.-76 с.
- ДСП 3.3.1.038-99 Підприємства чорної металургії. Державні санітарні

правила. - К., 1999. – 129 с.

- Контроль радіаційної обстановки на залізорудних шахтах України - Настанова міністерства промислової політики України.// СОУ-Н МПП 17.240-046:2005. Мінпромполітики України. 2005. - 14 с.
- МВ 6.6.1.2.6.-136-2007 Методичні вказівки щодо радіаційно-гігієнічного регламентування проведення робіт на об'єктах колишнього Придніпровського хімічного заводу (ПХЗ). К. 2007. - 31 с.
- Профілактика професійного раку легень серед гірників, які зайняті підземним видобуванням радієвміщуючої залізної руди. (Методичні рекомендації) К., 2010. – 33 с.

а також при обґрунтуванні радіаційної безпеки при реалізації проектів з реконструкції хвостосховищ і шламонакопичувачів.

Результати теоретичних і експериментальних досліджень дисертації використовуються в навчальному процесі Дніпровського державного технічного університету при проведенні лекційних та практичних занять з дисциплін «Радіоекологія» та «Інструментальний контроль навколишнього середовища».

Повнота викладу наукових положень в опублікованих працях.

За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 105 наукових праць, у тому числі 1 монографія, 49 статей у наукових фахових виданнях України, з них 12 статей включені до міжнародних наукометричних баз Scopus та Web of Science, 18 статей у інших вітчизняних та міжнародних періодичних виданнях, 1 патент України, 30 тез доповідей у збірниках матеріалів конференцій та у 5 нормативно-методичних документах. Рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів дисертації відповідають вимогам Атестаційної колегії Міністерства освіти і науки України. Обсяг друкованих праць та їх кількість відповідають вимогам МОН України щодо публікації основного змісту дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. Наведений у публікаціях матеріал повною мірою відображає основні результати та обґрунтовує наукові положення дисертаційної роботи.

Апробація результатів дисертаційного дослідження. Слід зазначити достатність оприлюднення основних результатів. Апробація результатів роботи проводилась на 22 наукових закордонних і національних конференціях високого рівня.

Оцінка ідентичності змісту автореферату та основних положень дисертації. Зміст та структура автореферату ідентично відображають викладені в дисертації дослідження та положення, основні наукові результати та висновки.

Структура та зміст роботи. Дисертаційна робота Сороки Ю.М. є завершеною науковою працею і складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел і 8 додатків. Загальний обсяг дисертації становить 327 сторінок, робота містить 38 рисунків і 76 таблиць. Список використаних джерел містить 268 найменувань.

Загальна характеристика роботи.

Анотацію до дисертації виконано відповідно до вимог, зазначених у наказі Міносвіти України від 12.01.2017 року №40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації». В анотації стисло представлені основні результати роботи, їх наукова новизна і практичне значення.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, визначено її зв'язок із науковими програмами, планами і темами, сформульовано наукову проблему, ідею, мету та задачі досліджень, описані методи дослідження, визначено наукову новизну й практичну цінність одержаних результатів, детально розкрито особистий внесок здобувача, наведено дані щодо наукових публікацій та апробації результатів, структури та обсягу роботи.

Перший розділ традиційно містить огляд та аналіз науково-технічної літератури щодо сучасних методів радіаційного захисту населення та довкілля при поводженні з матеріалами з вмістом природних радіонуклідів. Автор наголошує що найбільшу радіаційну небезпеку серед природних радіонуклідів для людини являє радон, радіоізотопи якого з дочірніми продуктами розпаду утворюють 70 - 80% річної індивідуальної ефективної еквівалентної дози, яку отримує населення від земних джерел радіоактивного випромінювання. Наведено перелік основних видів діяльності людини, що спричинює надходження в навколишнє середовище природних радіонуклідів з викидами і скидами підприємств. Всебічно проаналізовано сучасний стан розробки уранових родовищ в Україні та радіоекологічні проблеми забруднення навколишнього середовища, пов'язані із видобутком і переробкою уранових руд. Відзначено тенденцію зростання радіоекологічної та техногенної небезпеки для населення України. Детальний аналіз вітчизняних та міжнародних документів та публікацій щодо реабілітації забруднених територій, принципів організації та ведення радіаційного моніторингу на європейських уранових об'єктах став основою для розробки методологічної схеми дисертаційних досліджень.

Зауваження до розділу 1.

При характеристиці хвостосховищ ВО "Придніпровський хімічний завод" приведені значення річного виносу природних радіонуклідів у р. Дніпро з водами р. Коноплянка та з підземними водами. Було б логічно

оцінити колективну дозу, пов'язану із зазначеною міграцією радіонуклідів.

У **другому розділі** розглянуто методичні основи екологічного захисту при поводженні з матеріалами і в першу чергу із рудами з вмістом природних радіонуклідів. Автором достатньо детально висвітлено основні положення щодо безпечного проживання населення і охорони навколишнього середовища при видобутку і переробці руд з підвищеним вмістом природних радіонуклідів, проведено порівняння величини прийняттого ризику для населення, що використовуються в Україні, із рекомендаціями ВООЗ і Агентства США з охорони навколишнього середовища. Показано, що на даний час в рекомендаціях різних організацій і в різних країнах величини прийняттого ризику суттєво відрізняються. Цілком справедливо зазначено, що в Україні відсутня чітка правова база регулювання відповідальності за забруднення в результаті минулої господарської діяльності.

Безсумнівним науковим здобутком пошукача є розроблена методика розрахунку доз опромінення персоналу, робітників та населення у районі розміщення уранових об'єктів. Викладена у розділі методологія оцінки безпеки населення і навколишнього середовища на основі критеріїв ризику потенційного опромінення в місцях видобутку і переробки матеріалів з вмістом природних радіонуклідів є основою обґрунтованої оцінки стану законсервованих об'єктів уранової спадщини і дає підґрунтя для оптимізації комплексу захисних заходів з використанням принципу ALARA.

Дисертантом виконаний аналіз радіаційних наслідків потенційного опромінення на прикладі законсервованого хвостосховища "КБЖ" відходів переробки уранових руд, розташованого в районі м. Жовті Води, з використанням п'яти референтних сценаріїв потенційного опромінення. Отримані величини ризиків потенційного опромінення референтних груп населення м. Жовті Води від хвостосховища "КБЖ" дають підстави для висновку щодо відсутності небезпеки потенційного опромінення населення.

У розділі також наведені матеріали щодо вартості одиниці колективної дози $1 \text{ людино} \cdot \text{Зв}$ в різних країнах світу, а також рекомендації міжнародних організацій, що працюють в сфері ядерного регулювання. Вартість $1 \text{ людино} \cdot \text{Зв}$ є економічним критерієм застосування реабілітаційних або захисних заходів, тобто витрати на їхню реалізацію повинні бути обов'язково менше, ніж радіаційний збиток. Виконані автором розрахунки з оптимізації радіаційного захисту у м. Жовті Води переконливо показують, що найбільша віддача вкладених коштів досягається при виконанні реабілітаційних заходів по зниженню потужності еквівалентної дози гамма випромінювання на реабілітованій території до рівня $0,30 \text{ мкЗв} \times \text{год}^{-1}$.

Зауваження до розділу 2.

Перелік потенційних шляхів впливу природних опромінювання було б логічно привести у послідовності за величиною потенційного вкладу кожного фактору у формування дози опромінення населення та робітників.

Було б доцільним більш детально зазначити сценарії, за якими були визначені ефективні дози і відповідно розраховані величини ризику для працівників та населення, наведені у таблиці 2.3

При розгляді методології аналізу та управління ризиками для екологічного захисту навколишнього середовища при видобутку і переробці матеріалів та руд з підвищеним вмістом природних радіонуклідів стосовно до радіаційно-забруднених територій застосовується підхід, заснований на дозах опромінення- це не викликає заперечень. Але оскільки розглядаються саме радіаційно-забруднені території, це означає, що вони мають не природний радіаційний стан, а є техногенно-підсиленими джерелами випромінювання природного походження, для яких справедливі радіаційно-гігієнічні регламенти четвертої групи за НРБУ-97. Таким чином, у переліку заходів втручання, наведених у таблиці 2 автореферату, слід було б зазначити необхідність встановлення відповідних рівнів дій.

Третій розділ повністю присвячений розгляду отриманих автором результатів дослідження впливу діяльності гірничодобувних підприємств на забруднення навколишнього середовища природними радіонуклідами із застосуванням відповідних методик вимірювання вмісту ізотопів урану і торію, активності ^{210}Po , ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{222}Ra в об'єктах навколишнього середовища, а також еквівалентної рівноважної об'ємної активності радону (ЕРОА) в атмосферному повітрі.

Привертають увагу детально викладені результати визначення ступеня впливу виробничої діяльності Інгульської шахти на населення і навколишнє середовище. Розрахунки, виконані на базі великого масиву даних кількарічних спостережень ЕРОА радону-222, ЕРОА радону-220 і потужності дози зовнішнього гамма випромінювання в межах СЗЗ, ЗС і в місцях фонових вимірювань, питомої активності природних радіонуклідів у ґрунтах, воді і продуктах харчування переконливо свідчать про незначний внесок в формування ефективної дози населення від викидів довгоживучих природних радіонуклідів Інгульської шахти. Водночас встановлено, що ізотопи радона є основними факторами, які спричиняють підвищення дозового навантаження на населення прилеглих територій.

Результати виконаної автором радонової зйомки в районі шахти «Центральна» свідчать, що активність радону в атмосферному повітрі на території м. Кропивницький (в районі шахти «Центральна») змінюється в

широких межах від 8,9 до 152,8 Бк·м⁻³ і більш ніж в чотири рази перевищує фонові значення. Найбільші значення об'ємної активності радону спостерігалися в західній та північно-західній частині житлового масиву міста, розташованій неподалік проммайданчика вентиляційного стовбура шахти.

Ці висновки обумовлюють напрям подальших реабілітаційних заходів у районі розташування вищезазначених підприємств.

На прикладі міста Терни, що є складовою частиною м.Кривий Ріг, розглянуто типову проблему "старих уранових" міст, а саме наслідки несанкціонованого використання відходів видобутку уранових руд в будівництві. Незважаючи на частково виконані у 1994-1995 рр роботи по дезактивації міста, все ж залишилися проблеми, пов'язані з радоновим забрудненням будинків і радіаційним забрудненням прилеглих до будинків територій. Встановлено, що концентрація радону і ЕРОА радону на території міста знаходиться на рівні фонових значень для Криворізького регіону, річні ефективні дози опромінення населення від вдихання пилу низькі і не перевищують 0,03 мкЗв, тобто 0,02% від квоти ліміту дози на викиди для уранових рудників. Однак дослідження показали, що в 36% будинків спостерігаються перевищення нормативу по еквівалентній рівноважній об'ємній активності радону-222. Дозові навантаження на населення в цих будинках перебувають в межах 6,55-14,55 мЗв·рік⁻¹, що потребує особливого режиму радіаційного контролю.

Безконтрольне використання порід відвалів відпрацювання уранових, залізних і скандієвих руд в господарській діяльності населення призвело до забруднення території міста Жовті Води. Автором виявлено понад 5,4 тис. аномальних точок і ділянок з підвищеною інтенсивністю гамма-випромінювання, які пов'язані з породами, що містять підвищені кількості природних радіонуклідів. Більшість із аномалій локалізовані у фундаментах будинків та покритті будинків і площ. Проведені дослідження дозволили встановити основні території радонового забруднення в місті. Виявлено вплив хвостосховища «Щ» і хвостосховища «Р» на формування об'ємної активності радону з перевищенням фонових значень у 2-4,5 рази, в той час як середньорічні рівні об'ємної активності ПРН знаходяться на рівні фонових.

Зауваження до розділу 3

- Відмічено недоліки у оформленні рис. 3.1 та 3.8
- Автор цілком слушно наголошує, що об'ємна активність радону в атмосфері може служити індикатором для детальних досліджень джерел радіаційного забруднення атмосфери і оцінки відповідності поточної ситуації вимогам нормативних документів з радіаційної безпеки, однак ця

теза не знайшла відображення у висновках до розділу.

У **четвертому розділі** викладені результати дослідження впливу радону на забруднення навколишнього середовища, опромінення персоналу і населення в районах розташування підприємств з видобутку і переробки руд.

Для встановлення закономірностей ексхаляції радону автором розроблено точний і простий у виконанні метод вимірювання щільності потоку радону з використанням активованого вугілля з подальшим аналізом його на гамма-спектрометрі.

Необхідність брати до уваги можливий чинник ексхаляції радону автором доведено експериментально на прикладі селища, де розташовано підприємство з видобутку та переробки вольфрамових руд. Вимірювання щільності потоку радону-222 з земної поверхні на ділянці селища виявили наявність потужного "радонового факела", який обумовлений зоною геологічного розлому. Щільність потоку радону-222 тут складала від 0,2 до 2,2 Бк•м⁻²•с⁻¹, що призвело до формування високої концентрації радону-222 в декількох будинках селища.

Аналогічні дослідження впливу ексхаляції радону на підвищення вмісту радону у житлових приміщеннях були в різних районах видобутку і переробки уранових руд в Україні. Дисертант наводить експериментально визначені значення щільності потоку радону з територій у м. Жовті Води, Кропивницький, Кам'янське, Кривий Ріг, Смоліне. Показано, що значення щільності потоку радону змінюються в дуже широких діапазонах і цю особливість необхідно враховувати при будівництві житла і при рекультивації цих забруднених територій. Запропонований у роботі норматив щільності потоку радону з поверхні не вище 80 мБк•м⁻²•с⁻¹ для території, відведеній для типового будівництва, суттєво підвищує рівень радіоекологічної безпеки населення.

Наявність радонової проблеми виявлено для шахт Криворізького залізорудного басейну, де перевищення нормативного значення по еквівалентній рівноважній об'ємній активності (ЕРОА) радону-222 в рудничній атмосфері основних робочих місць встановлено для 6 із 8 шахт.

Важливим практичним результатом дослідження вмісту радону у приміщеннях урановидобувного міста Жовті Води є висновок про відносно благополучну радіаційну ситуацію в районі нової забудови в західній частині міста на відміну від старої частини міста, де кількість перевищень нормативу по активності радону в приміщенні становило 51%. Автором сформульовано рекомендації щодо виконання ремонтних протирадонових заходів у оселях, звертаючи особливу увагу на використання технічних засобів, спрямованих на зменшення надходження радону в приміщення внаслідок ексхаляції

радону з земної поверхні.

Зауваження до розділу 4. Наведені у розділі результати використані при створенні ряду галузевих нормативних документів з оцінки радіаційної обстановки і стали підставою для реалізації ряду невідкладних заходів на деяких гірничодобувних підприємствах, але це не відзначено у висновках до розділу.

У **п'ятому розділі** розглянуто вплив сировини і технологічних відходів з підвищеним вмістом природних радіонуклідів на формування радіаційної обстановки на підприємствах гірничодобувної і металургійної промисловості на прикладі рудників Кривбасу, ПАТ "Дніпровський Меткомбінат" у м. Кам'янське, Нікопольського заводу феросплавів, коксохімічного виробництва ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг".

Аналіз результатів детального аналізу вмісту ПРН у мінеральній сировині і радіаційний контроль відповідних технологічних процесів дав змогу автору ввести класифікацію матеріалів за питомою активністю природних альфа - випромінюючих радіонуклідів і потужністю поглиненої в повітрі дози. Ця класифікація визначає відповідні правила поводження з сировиною і матеріалами на підприємствах, що забезпечує неперевищення нормативних доз опромінення працівників цих організацій і населення, яке може зазнати опромінення внаслідок видобутку, переробки, складування, транспортування матеріалів або сировини з підвищеним вмістом природних радіонуклідів.

Автор справедливо звертає увагу на актуальну для України проблему впливу на довкілля технологічних відходів з підвищеним вмістом природних радіонуклідів, які утворюються при пошуку, видобутку та переробці корисних копалин. Розроблені і запропоновані дисертантом рівні звільнення від радіаційного контролю твердих сипучих і фрагментарних технологічних відходів з підвищеним вмістом природних радіонуклідів є безсумнівно науковим здобутком автора, що має значну практичну цінність і визначає об'єм захисних заходів, які випливають з реальних умов опромінення і можливого зменшення доз опромінення ціною обґрунтованих витрат.

Встановлення поточного стану радіоактивного забруднення і оцінка ефективності реабілітації забруднених технологічними відходами з підвищеним вмістом природних радіонуклідів території виконане за участю автора на прикладі хвостосховища «КБЖ», на якому розміщені відходи переробки уранових руд і створений науковий полігон з дослідження рекультивативації. Із застосуванням методики комплексного радіометричного дослідження, що включала радонову зйомку, дозиметричні виміри і визначення вмісту природних радіонуклідів у ґрунтах доведено інтенсивне

виділення радону з хвостосховища. Дослідженнями показано, що має місце забруднення рекультиваційного шару природними радіонуклідами внаслідок капілярного підняття урану з вологою. Доведено можливість утворення сильного забруднення рекультиваційного шару радіонуклідом ^{210}Pb внаслідок міграції радону, і відповідно, розпаду його в шарі.

Зауваження до розділу 5.

Логічним продовженням висновків щодо встановлених механізмів забруднення рекультиваційного шару виглядала б пропозиція щодо підвищення захисних властивостей рекультиваційного шару і запобігання виходу радіонуклідів на його поверхню шляхом комбінації складових, які переривають капілярне підняття урану з вологою і уповільнюють міграцію радону.

Накопичений автором досвід проведення радіоекологічних досліджень дозволив розробити методологію системи радіоекологічного моніторингу на підприємствах з видобутку та переробки руд та матеріалів, збагачених природними радіонуклідами, яка викладена у **шостому розділі**. В роботі обґрунтовано систему радіоекологічного моніторингу (моніторинг джерела і моніторинг навколишнього середовища) і контрольованих параметрів для підприємств з видобутку та переробки матеріалів та руд з підвищеним вмістом природних радіонуклідів. Важливим результатом зазначеної розробки є наведені у роботі регламенти моніторингу технологічних процесів видобутку урану і моніторингу навколишнього середовища території зони спостереження уранового об'єкта.

Розглянуті в роботі результати радіоекологічного моніторингу скиду шахтних вод ТОВ «Схід-Руда» з 2005 по 2014 роки є ілюстрацією дії третього закону Коммонера «Природа знає краще». Процеси самоочистки від природних радіонуклідів у хвостосховищі, куди надходить шахтна вода, дозволяють виконувати скид у річку в осінньо-зимовий період без перевищення встановлених контролюючими органами нормативів.

На основі узагальнення і критичної оцінки результатів багаторічних досліджень радіаційного стану території колишнього уранового виробництва ВО «Придніпровський хімічний завод», яке функціонувало протягом періоду з 1949 р по 1991 р., автором запропоновано стратегію реабілітаційних заходів зазначеної території, яка включає дезактивацію металевих і будівельних конструкцій, рекультивацію забруднених територій і хвостосховищ та ряд інших заходів по підвищенню екологічної та радіаційної безпеки. Виконання цих заходів виправдане привабливістю промислового майданчику для розвитку нових інвестиційних проектів внаслідок наявної розвиненої

інфраструктури. Запропонована Стратегія, що включає ряд взаємопов'язаних стратегічних та оперативних цілей, здатна в довгостроковій перспективі зберегти в економічно привабливому світлі територію колишнього уранового виробництва ВО «Придніпровський хімічний завод» і уникнути прогнозованих на сьогоднішній день радіаційних та екологічних ризиків.

Зауваження до розділу 6.

Основні об'єкти та напрямки реабілітаційних заходів на території колишнього ВО «Придніпровський хімічний завод» наведені на рис. 6.1, але при цьому не зазначена подальша доля відходів дезактивації після розміщення у контейнери.

Не зазначена математична модель, за якою поширення радіоактивно забруднених підземних вод від хвостосховищ «Дніпровське» і «Сухачівське» на даний час не потребують негайного втручання - стор. 261.

При виконанні SWOT – аналізу промислового майданчика колишнього ВО «ПХЗ» в розділі «Загрози» доцільно зазначити довготривалий воєнний конфлікт на сході України.

Висновки детально та логічно відображають хід розв'язання поставлених у роботі завдань, містять основні результати дисертаційного дослідження, які достатньо повно характеризують науково-практичні досягнення дисертанта.

Оформлення дисертації за структурою, мовою та стилем викладення в цілому відповідає вимогам до оформлення дисертацій, затвердженим МОН України, Наказ № 40 від 12 листопада 2017 року. Стиль викладання дисертації і автореферату чітко висвітлюють одержані науково-практичні результати, визначені метою досліджень.

Зауваження щодо змісту та оформлення дисертації та автореферату:

На жаль, наданій до захисту дисертації притаманні деякі недоліки, що призвело до виникнення наступних зауважень:

1. В тексті дисертації і автореферату наявна значна кількість граматичних і стилістичних помилок. Помилка присутня навіть у назві роботи, наведеній на обкладинці автореферату.
2. В тексті роботи одночасно використовуються як системні, так і несистемні одиниці виміру активності і дози.
3. В тексті роботи відсутні посилання на Додатки А – Ж, приведені на стор. 311 – 327.
4. Фактичний обсяг дисертації не відповідає кількості сторінок, рисунків і таблиць, наведених у авторефераті.

Зауваження не відносяться до принципів і не впливають на цілком позитивне сприймання роботи.

Дисертацію та автореферат викладено у логічній послідовності із застосуванням загальноприйнятої термінології. Графічний матеріал виконано якісно, він повною мірою ілюструє наведені в дисертаційній роботі наукові положення та висновки.

Загальний висновок.

Дисертаційна робота Сороки Юрія Миколайовича за темою «Наукові основи забезпечення екологічної безпеки при поводженні з матеріалами з вмістом природних радіонуклідів» повністю відповідає паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека.

Дисертація є завершеною науковою працею, в якій вирішено важливу проблему розробки наукових основ забезпечення екологічної безпеки при поводженні з матеріалами з вмістом природних радіонуклідів. Вона беззаперечно має наукову новизну, практичну цінність, пізнавальну якість, і її результати уже використовуються у галузі екологічної безпеки, технологіях захисту навколишнього середовища на підприємствах, де існує можливість опромінення персоналу чи населення радіоактивним матеріалом природного походження.

У цілому, робота Сороки Ю.М. виконана на рівні вимог до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук відповідно п.п. 9, 10, 12-14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 зі змінами, а здобувач Сорока Юрій Миколайович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент,
завідувач відділу Державної установи
«Інститут геохімії навколишнього
середовища НАН України»,
д.т.н.



Ю.О. Ольховик

Підпис д.т.н. Ольховика Ю.О. засвідчую