

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора фізико-математичних наук

Ващенко Володимира Миколайовича

на дисертаційну роботу

СОРОКИ ЮРІЯ МИКОЛАЙОВИЧА

«Наукові основи забезпечення екологічної безпеки при поводженні з матеріалами з вмістом природних радіонуклідів»

що подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 - екологічна безпека

Актуальність теми дисертаційного дослідження.

Важливість екологічної безпеки на підприємствах, де існує можливість опромінення персоналу чи населення радіоактивним матеріалом природного походження (РМП), визначена сучасними нормативними документами Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ) та відповідними директивами ЄВРОАТОМА. Останньою редакцією «Основних стандартів безпеки» МАГАТЕ (далі BSS) визначено, що регулювання діяльності працівників з потенційним опроміненням РМП практично не відрізняється від регулювання діяльності зі «штучними» (за визначенням НРБУ-97 – «індустріальними») джерелами опромінення.

Існуюча на даний час в Україні нормативно-правова база щодо радіаційної безпеки та протирадіаційного захисту населення та персоналу підприємств, що здійснюють діяльність з використанням РМП, в тому числі при поводженні з технологічним обладнанням, що має забруднення РМП, на теперішній час в Україні слабо розроблена. Відповідно до Наказу Міністерства охорони здоров'я України (МОЗ) від 08.04.2014 № 248 введено в дію Державні санітарні норми та правила «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Відповідно до неї, на всіх

підприємствах оцінюється дія іонізуючого випромінювання. З огляду на розвинену гірничодобувну та переробну промисловість України це значно підвищує роль та актуальність проблеми радіоекологічного захисту населення та довкілля в Україні. Таким чином, розробка наукових основ забезпечення екологічної безпеки при поводженні з матеріалами з вмістом природних радіонуклідів є актуальною науково-прикладною проблемою, вирішенню якої присвячена дана дисертація. Відтак, актуальність тематики та поставлених у роботі завдань, мети, проблеми не викликає сумніву.

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

Дисертаційна робота виконана відповідно до плану науково-дослідних робіт Дніпровського Державного технічного університету (ДДТУ) у 2015-2020 р.р. за темами у яких автор брав участь як виконавець - «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). Деякі результати отримані у 2001-2008 р.р. при виконанні НДР у якості керівника за проектами УНТЦ № 1160 «Дослідження ступеня радіаційного забруднення навколишнього середовища в місцях, де велося виробництво уранового концентрату, і розробка рекомендацій по реабілітації забруднених територій» і № 3290 «Обґрунтування шляхів зменшення переходу природних радіонуклідів у місцях добування і переробки урану». Крім того, деякі результати були отримані у 1996-2000 роках при виконанні у якості керівника міжнародних проектів з МАГАТЕ (проекти № ІАЕА project t№ 8736/R0 «Radiation pollution studying of territories, infringed at mining and milling of ores, with the increased

contents natural radionuclides, in Dniprovsky – Krivorojsky region» Co-ordinated Research Project IAEA «Site characterization techniques used in environmental restoration activities», 1995-1999 та IAEA project UKR 9/013 «Environmental Impact Assessment of Mining and Milling»), також регіональному проекту ЕС TACIS N G 4.2/93 - NUCREG 9308 «Assessment of Urgent Measures to be taken for Remediation at Uranium Mining and Milling Tailings in the CIS», 1996-1999.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Наукові положення, основні теоретичні і практичні результати, отримані і сформульовані в дисертаційній роботі, за рівнем обґрунтованості й достовірності є достатніми і належним чином обґрунтованими. Для їх отримання автором проведені необхідні теоретичні та експериментальні дослідження, що базуються на результатах аналізу великої кількості вітчизняних та закордонних літературних джерел. Достовірність результатів дисертаційної роботи підтверджується використанням науково обґрунтованих методик досліджень та обробки експериментальних даних, застосуванням для вимірювання у пробах ґрунту, повітрі, воді, харчових продуктах активності природних радіонуклідів сучасних лабораторних методів альфа-спектрометрії, альфа - і бета-радіометрії, гамма-спектрометрії, а також використанням твердотілих трекових детекторів для вимірювання об'ємної активності радону в повітрі. Крім того, за результатами роботи автором отримано патент, а також здійснено успішні впровадження розробок у нормативні документи з радіаційної та екологічної безпеки України. Крім того, достовірність та практична значимість підтверджується актами впровадження у додатках дисертації.

Наукова новизна роботи полягає у розвитку наукових основ забезпечення екологічної безпеки при поводженні з матеріалами, вміщуючими природні радіонукліди, у одержанні на основі теоретичних узагальнень і результатів експериментальних досліджень закономірностей із встановлення параметрів небезпеки радіаційного забруднення шляхом розрахунку доз

опромінення та оцінки радіаційного ризику для працівників та населення. При цьому:

уперше:

– запропоновано методологію аналізу ризику територій, що зазнали радіаційного забруднення природними радіонуклідами, яка є науковим підґрунтям прийняття управлінських рішень з визначення рівня очищення від радіаційного забруднення будівель і території та забезпечення радіоекологічної безпеки населення та навколишнього середовища;

– оцінено вплив ексхаляції радону на радіоактивне забруднення територій та приміщень і запропоновано норматив щільності потоку радону з поверхні території для типового будівництва не вище $80 \text{ мБк}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$, використання якого на територіях, на яких є вірогідність широкої зміни рівня ексхаляції радону з поверхні землі, суттєво підвищує рівень радіоекологічної безпеки населення;

– визначені залежності радіаційних параметрів безпеки в залізорудних шахтах від забруднення рудникового повітря радоном і природними радіонуклідами і створена класифікація таких шахт за рівнем радіаційної безпеки, яка є основою для створення системи радіаційного контролю на цих об'єктах;

– 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%;

удосконалено:

– методологію та основні параметри системи радіоекологічного моніторингу підприємств з видобутку та переробки руд та матеріалів, збагачених природними радіонуклідами, у якій єдиним інструментом для оцінки рівня забруднення від підприємства приймаються фонові значення визначених параметрів, оскільки це єдиний критерій якості для таких об'єктів;

– стратегію та напрямки реабілітації навколишнього середовища на підприємствах, де були роботи з матеріалами з вмістом природних радіонуклідів, що забезпечує радіоекологічну безпеку населення та навколишнього середовища та дотримання національних норм радіаційної безпеки, а також норм ЄС та рекомендацій МАГАТЕ;

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 дозволяє врахувати складні процеси радіоактивного забруднення довкілля та підвищує точність розрахунку доз опромінення персоналу і населення, що в свою чергу знижує ризики захворювань та підвищує якість життя людини.

Практичне значення результатів роботи полягає у створенні передумов щодо зменшення впливу забруднення природними радіонуклідами при видобутку та переробці руд та матеріалів, збагачених природними радіонуклідами навколишнього середовища, і забезпечення радіоекологічного захисту населення та довкілля в Україні при поводженні з матеріалами з вмістом природних радіонуклідів.

Результати дослідження впроваджено в практику робіт з екологічного захисту населення і навколишнього середовища при видобутку і переробці руд, при поводженні з матеріалами з вмістом природних радіонуклідів, які використовуються у вигляді наступних нормативно-методичних документів:

1. Санитарные правила ликвидации, консервации и перепрофилирования предприятий по добыче и переработке радиоактивных руд (СП ЛКП-91. Министерство здравоохранения СССР.1991. Издание официальное. М.-1991.- 76 с.

2. ДСП 3.3.1.038-99 Підприємства чорної металургії. Державні санітарні правила. - К., 1999. – 129 с.

3. Контроль радіаційної обстановки на залізорудних шахтах України - Настанова міністерства промислової політики України.// СОУ-Н МПП 17.240-046:2005. Мінпромполітики України. 2005. Видання офіційне. 14 с.

4. МВ 6.6.1.2.6.-136-2007 Методичні вказівки щодо радіаційно-гігієнічного регламентування проведення робіт на об'єктах колишнього Придніпровського хімічного заводу (ПХЗ). Видання офіційне. К., 2007. - 31 с.

5. Профілактика професійного раку легень серед гірників, які зайняті підземним видобуванням радійвміщуючої залізної руди. (Методичні рекомендації) К., 2010. – 33 с.

Результати дисертаційних досліджень використано у проектах:

1. Проект «Розчищення р. Коноплянка з виконанням робіт для недопущення підтоплення хвостосховищ», Том 3, Радіаційна безпека, Книга 1, Пояснювальна записка, м. Жовті Води, 2015

2. Проект «Забезпечення екологічно безпечного захоронення відходів та небезпечних хімічних речовин, ліквідація шламонакопичувача у балці Ясинова за адресою: вул. Горобця С.Х., 1К, м.Кам'янське. Реконструкція», Радіаційна безпека, Пояснювальна записка м. Жовті Води, 2019

Результати теоретичних і експериментальних досліджень дисертації впроваджено на ДП "БАР'ЄР" для оцінки рівня радіаційного забруднення території колишнього Придніпровського хімічного заводу природними радіонуклідами ряду урану, також 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. Публікації охоплюють основний зміст дисертаційної роботи та достатньо повно відображають основні результати та наукові положення дисертаційної роботи.

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.

Основні наукові положення та результати отримані в ході виконання дисертаційної роботи доповідалися і обговорювалися здобувачем на 22 наукових конференціях та симпозіумах як в Україні, так і за кордоном.

Аналіз змісту дисертації.

Дисертаційна робота Сороки Ю.М. представляє собою завершену наукову працю, яка складається із вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел, що містить 268 найменування, 8 додатків, 34 рисунку та 65 таблиць. Загальний обсяг роботи - 325 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано наукову проблему, мету і задачі досліджень, наведено головні наукові положення та результати, які винесені на захист, а також відомості про практичне значення та впровадження результатів роботи.

У першому розділі дисертаційної роботи на основі наукових літературних джерел досліджено світовий досвід по поводженню з матеріалами з вмістом природних радіонуклідів та доведено, що радіаційний вплив цих матеріалів пов'язаний з видами діяльності людини, до яких відносяться видобуток руд чорних, кольорових і рідкісних металів, видобування нафти та газу, використання викопних видів палив, металургійні процеси переробки руд чорних, кольорових і рідкісних металів, використання фосфатів та відходів використання підземних вод. Крім того, проаналізовано стан добування урану в Україні та пов'язані з ним радіоекологічні проблеми забруднення навколишнього середовища. Відзначено тенденцію зростання радіоекологічної та техногенної небезпеки для населення України. Детально проаналізовано стан нормативної бази з радіаційної безпеки при реабілітації забруднених природними радіонуклідами територій та відмічено її незадовільний стан. Із врахуванням стану питання сформульована методологічна схема дисертаційних досліджень.

У другому розділі запропоновані критерії втручання для радіаційно - забруднених територій та будівель, засновані на методології аналізу ризику для прийняття рішень з реабілітації територій, що зазнали радіоактивного забруднення природними радіонуклідами. Розроблено методику розрахунку

доз опромінення персоналу, робітників та населення, яка може бути використана для оцінки доз опромінення як у районі розміщення уранових об'єктів, так і у районах розміщення об'єктів, забруднюючих навколишнє середовище природними радіонуклідами. Розроблено методологію оцінки безпеки населення і навколишнього середовища на основі критеріїв ризику потенційного опромінення в місцях видобутку і переробки матеріалів з вмістом природних радіонуклідів, яка дозволяє оцінювати надійність сховищ РАВ, що функціонують в режимі "зберігання" і вибирати найбільш оптимальну систему захисних заходів з радіаційної безпеки. Крім того, запропонована методика оптимізації радіаційного захисту при виконанні реабілітаційних заходів на уранових об'єктах дозволяє проводити аналіз їх ефективності ще на стадії проектування і дає можливість вибрати сценарії їх реалізації з максимальною чистою користю для суспільства.

У третьому розділі приведені адаптовані та опрацьовані методики вимірювання природних радіонуклідів в об'єктах навколишнього середовища (грунт, повітря, вода, харчові продукти), також методики польових досліджень радону та ЕРОА радону-222 у атмосфері. Виконані дослідження забруднення атмосфери у СЗЗ діючої Інгульської шахти та встановлено, що внесок в ефективну дозу на населення від викидів довгоживучих природних радіонуклідів, становить 0,00181-0,00384 мЗв. Ця доза становить 1,5 - 3,2% від ліміту дози для населення від викидів, який дорівнює 0,120 мЗв на рік. Доведено, що активність радону в атмосферному повітрі на території м. Кропивницький (в районі шахти «Центральна») змінюється в дуже широких межах та середнє значення активності радону в досліджуваному районі в більш ніж чотири рази перевищує фонові значення. Приведено результати комплексного радіаційного дослідження на території закритого першого підприємства з добування уранових руд. Оцінені річні ефективні дози опромінення при виконанні рекультиваційних робіт, які не перевищують 0,03 мкЗв, тобто 0,02% від квоти ліміту дози на викиди для уранових рудників. Приведено результати дослідження радіаційного забруднення природними радіонуклідами м. Жовті Води та післярекультиваційного контролю. Виконана

радонова зйомка міста довела, що є джерела забруднення радоном навколишнього середовища у місці. Об'ємна активність радону в атмосфері в може служити індикатором для детальних досліджень джерел радіаційного забруднення атмосфери і оцінки відповідності вимогам нормативних документів з радіаційної безпеки.

1. У четвертому розділі приведені результати з розроблення точного і простого у виконанні методу вимірювання щільності потоку радону за допомогою пристрою для експозиції сорбенту (активоване вугілля) на поверхні, що еманує, з подальшим аналізом його на гамма-спектрометрі. За результатами досліджень встановлено, що ексхаляція радону з поверхні землі має важливе вплив на радіоактивне забруднення територій та приміщень радоном та його продуктами розпаду, і запропоновано автором норматив щільності потоку радону з поверхні території для житлового та промислового будівництва не вище $80 \text{ мБк} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$. Вперше досліджено радіаційну обстановку у залізорудних шахтах, визначено залежності радіаційних параметрів безпеки від забруднення рудничного повітря радоном та природними радіонуклідами та створена класифікація цих шахт за рівнем радіаційної безпеки. Приведені результати радонового дослідження в приміщеннях старого урановидобувного міста, яким є місто Жовті Води (Дніпропетровської області), де міське будівництво відбувалося одночасно з розвитком гірничого виробництва, та відмічено перевищення гігієнічного регламенту ЕРОА радону-222 у $100 \text{ Бк} \cdot \text{м}^3$ в 35,8% приміщень, обстежених в холодний період року і в 50,3%, обстежених в теплий період. Для цих приміщень розроблені рекомендації щодо ремонтних протирадонових заходів, спрямованих на зменшення надходження радону в приміщення внаслідок ексхаляції радону з земної поверхні. Розроблено класифікацію ділянок території, що забудовуються, за ступенем радоннебезпеки, у якій рекомендовані вимоги як до території, призначеної для будівництва, так і до конструкції будівель, що суттєво підвищує рівень радіоекологічної безпеки населення.

У п'ятому розділі досліджено рівень активності сировини і технологічних відходів з підвищеним вмістом природних радіонуклідів та

проаналізовано і оцінено їх вплив на працюючих і навколишнє середовище. Розроблені рівні звільнення від контролю твердих сипучих технологічних відходів з підвищеним вмістом природних радіонуклідів рядів ^{238}U , ^{235}U та ^{232}Th . Розроблено алгоритм дослідження, який застосовується при ідентифікації технологічних відходів на забрудненій території та обґрунтувані нормативні показники, які можна використовувати для оцінки забруднення майданчиків технологічними відходами. За результатами експериментальних досліджень на дослідницькому полігоні виявлено, що спостерігається міграція урану за профілем рекультиваційного шару, обумовлена капілярним підняттям його з вологою. Доведено, що високе забруднення шару свинцем-210 та полонієм-210 пояснюється, в основному, газовим переносом і розпадом радону і, відповідно, накопиченням продуктів його розпаду в шарі. Проведені дослідження показують, що виконані в 60-70-х роках роботи по консервації виявилися неефективними і необхідні повторні відновлювальні заходи.

В шостому розділі обґрунтована система радіоекологічного моніторингу і контрольованих параметрів для діючих підприємств з видобутку та переробки матеріалів та руд з підвищеним вмістом природних радіонуклідів. Встановлено, що промислова діяльність на території колишнього уранового виробництва ВО «Придніпровський хімічний завод» привела до погіршення радіаційного стану та потребує реабілітаційних заходів. Запропоновано Стратегію реабілітації цієї території., сформульовано основні стратегічні цілі реабілітації і розвитку промислового майданчика колишнього ВО "ПХЗ", реалізація яких здатна в довгостроковій перспективі на 10-20 років не тільки зберегти в економічно привабливому світлі територію колишнього уранового виробництва ВО «Придніпровський хімічний завод», так і уникнути прогнозованих на сьогоднішній день радіаційних та екологічних ризиків. Розроблена система радіоекологічного моніторингу ТОВ «Восток-Руда», яка включає вимірювання концентрації природних радіонуклідів від шахтної води і по течії р. р. Жовта , Інгулець та до Карачунівського водосховища та приведені результати десятирічного моніторингу. Виконані радіоекологічні дослідження довели, що виконання

робіт з прокладки каналізаційного напірного колектора для перекачування освітленої води з шламонакопичувача в б. Ясинова до хвостосховища «Сухачівське-2» дасть значний екологічний ефект, що полягає в регулюванні кислотності, поліпшенні якості та хімічного складу води у хвостосховищі «Сухачівське-2» внаслідок розведення її більш чистою водою з шламонакопичувача в б. Ясинова і зменшення при цьому внаслідок вітрового розносу, та відповідно, хімічного і радіоактивного забруднення атмосфери, ґрунтового покриву, рослинності.

Висновки містять основні результати дисертаційної роботи, які достатньо повно характеризують проведені науково-практичні дослідження. Робота створює позитивне враження послідовним розв'язанням поставлених задач.

Оцінка мови та стилю викладення матеріалу. Дисертаційна робота за структурою, мовою та стилем подання відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України (наказ № 40 від 12 листопада 2017 року). Текст дисертації представлено технічно грамотною мовою, логічно та послідовно. Забезпечено взаємозв'язок проведених досліджень та отриманих результаті, викладення наукових положень, результатів та висновків здійснено аргументовано. Використана в роботі термінологія є загально визнаною, стиль викладення результатів теоретичних і практичних досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття.

Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертації. Зміст автореферату відповідає розділам дисертаційної роботи та її основним положенням. Дисертаційна робота є одноособово створеною кваліфікаційною науковою працею, яка містить сукупність результатів та наукових положень, поданих автором для публічного захисту, має внутрішню єдність і свідчить про особистий внесок автора в науку. Тематика дисертаційної роботи повністю відповідає паспорту спеціальності 21.06.01 - екологічна безпека за формулою спеціальності та напрямкам досліджень.

Зауваження щодо змісту та оформлення дисертації і автореферату:

По наданій до захисту дисертації можна зробити наступні зауваження:

1. В тексті дисертації і автореферату наявна значна кількість граматичних

і стилістичних помилок.

2. Обсяг дисертації не відповідає кількості сторінок, рисунків і таблиць, наведених у авторефераті.

3. В розділі 2 приведена методика розрахунку доз опромінення персоналу та населення у районі розміщення уранових об'єктів на прикладі колишнього ВО ПХЗ", але не приведені результати розрахунків ефективних доз ні для персоналу цього підприємства, ні для населення.

4. У четвертому розділі приведені дослідження ексхаляції радону з поверхні землі у п. Акчатау, які має важливе вплив на радіоактивне забруднення територій та приміщень радоном, але це не нашло відображення у висновках.

5. Відсутні посилання на нормативний документ «Підприємства чорної металургії. Державні санітарні правила», який приведено у Додатку Б.

6. У четвертому розділі відсутні посилання на патент «Спосіб радоноізоляції будівель», який використовується у ремонтних протирадонових заходах, спрямованих на зменшення надходження радону в приміщення внаслідок ексхаляції радону з земної поверхні.

7. У шостому розділі у системах екологічного моніторингу приведені тільки контрольовані радіаційні параметри та нукліди, але при підземному вилуговуванні уранових руд більш критичними можуть бути селен, молібден і ряд інших важких металів і шкідливих хімічних елементів.

8. У шостому розділі детально описано розроблену система радіоекологічного моніторингу ТОВ «Восток-Руда» та приведені результати моніторингу, но це не знайшло відображення у висновках по розділу.

Однак наведені недоліки не знижують значимості отриманих у ході виконання дисертаційної роботи результатів.

Загальний висновок. Дисертаційна робота Сороки Юрія Миколайовича є завершеною науковою працею, в якій вирішено актуальну наукову проблему створення наукових основ забезпечення екологічної безпеки при поводженні з матеріалами, збагаченими природними радіонуклідами, в якій враховуються вплив природних радіонуклідів на людину та на процес радіаційного забруднення навколишнього середовища, оцінюються ризики для населення та робітників та розроблені система радіоекологічного моніторингу та реабілітації, що є передумовою та підґрунтям ефективного управління екологічною безпекою.

Дисертаційна робота виконана на високому науковому рівні і є цілісним науковим дослідженням, має наукову та практичну цінність, відповідає паспорту спеціальності 21.06.01 - екологічна безпека і вимогам п.п. 9, 10, 12-14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, а її автор - Сорока Юрій Миколайович - заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 - екологічна безпека.

Офіційний опонент, доктор фіз.-мат. наук,
лауреат Державної премії України в галузі
науки і техніки, завідувач Лабораторії аероекології
Національного авіаційного університету, м. Київ

 В.М. Вашенко