

УДК 574:338+539.16

ОСОБЛИВОСТІ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ НАСЛІДКІВ РАДІАЦІЙНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЙ ВІДХОДАМИ УРАНОВОГО ВИРОБНИЦТВА

*О. Г. Вагонова, д. е. н., професор, І. В. Шереметьєва, к. т. н., доцент,
Д. В. Аржевічев, аспірант, ДВНЗ «Національний гірничий університет»
vagonova@ntnu.org.ua*

У статті розглядається питання оцінки екологічних та економічних наслідків радіоактивного забруднення довкілля, яке обумовлене накопиченням та зберіганням відходів уранового виробництва. Показана наявність суттєвих відмінностей між наслідками впливу на населення та території сховищ з радіоактивними відходами уранового виробництва та аварій, які виникають на об'єктах ядерно-радіаційних технологій.

Ключові слова: екологічні та економічні наслідки, природне середовище, забруднення територій, відходи, уранове виробництво.

Постановка проблеми. На всіх етапах виробництва, а також в побуті, в результаті діяльності людини з'являється величезна кількість різноманітних відходів, які забруднюють навколишнє середовище, обумовлюють накопичення в ньому шкідливих речовин і створюють загрозу для здоров'я і життя людини. Виникнення локальних, а часто і глобальних екологічних проблем, пов'язаних із забрудненням атмосферного повітря, ґрунтів та природних вод, переносом трансграничних забруднювачів, часто призводить до значних витрат, пов'язаних з необхідністю обслуговування звалищ відходів та захисту довкілля і населення від їх негативного впливу.

В Україні одним з найбільш значних джерел утворення відходів традиційно були і є підприємства добувної промисловості, зайняті розробкою природних родовищ корисних копалин. Серед таких відходів особливе місце займають відходи уранового виробництва і в першу чергу ті, які ще за минулих часів, без необхідного еколого-економічного обґрунтування були накопичені на урбанізованих територіях, безпосередньо біля місця збагачення та переробки уранової руди.

Одним із найбільших підприємств, на якому здійснювалось збагачення та переробка мільйонів тон уранової руди з 1948 по 1991 рік, був Придніпровський хімічний завод (ПХЗ) розміщений в безпосередній

близькості до міста Кам'янське, Дніпропетровської області. Нині, незважаючи на те, що з часу припинення переробки уранової руди на цьому заводі минуло більше чверті століття, як сам завод так і особливо накопичені біля нього звалища радіоактивних відходів залишаються джерелом значної загрози як для працівників підприємств, які розміщені на території ПХЗ, так і мешканців на прилеглих до заводу та сховищ радіоактивних відходів територій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розробка рекомендацій та практичних заходів щодо вирішення еколого-економічних проблем, які обумовлені накопиченням та зберіганням відходів уранового виробництва потребує відповідної еколого-економічної оцінки.

Слід відзначити, що фактично до 1986 року в роботах вітчизняних вчених питанням, пов'язаним з екологічними та економічними проблемами радіоактивного забруднення довкілля та розробці рекомендацій і практичних заходів щодо вирішення проблем, які обумовлені накопиченням та зберіганням відходів уранового виробництва приділялось мало уваги. Поштовхом до дослідження проблем, обумовлених радіаційним забрудненням довкілля, стала Чорнобильська катастрофа.

Основними питаннями, які вирішувались дослідниками при проведенні оцінки екологічних та економічних наслідків радіа-

ційного забруднення в цей час стали: оцінка впливу Чорнобильської катастрофи на навколишнє середовище та населення [1]; аналіз соціальних та економічних наслідків Чорнобильської катастрофи [2,3]; аналіз організаційно-технічного рівня та діяльності природоохоронних служб і соціальних груп потерпілих від Чорнобильської аварії [4,5]; розробці заходів та моделей життєдіяльності в умовах підвищеного ризику [6,7] та ін.

Формулювання мети статті. Метою даної статті є виявлення чинників які обумовлюють негативні екологічні та економічні наслідки зберігання відходів уранового виробництва на урбанізованих територіях, та встановлення можливості використання при їх оцінці наявних матеріалів досліджень наслідків Чорнобильської катастрофи.

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналіз результатів досліджень впливу Чорнобильської катастрофи на навколишнє середовище та населення показує наявність низки загальних проблем обумовлених радіоактивним забрудненням довкілля як в результаті накопичення та зберігання відходів уранового виробництва, так і при аваріях, які виникають на об'єктах ядерно-радіаційних технологій, що обумовлено наявністю ідентичних небезпечних чинників та ідентичними механізмами їх впливу на довкілля. Проте є між ними і принципові відмінності, які не дозволяють в повній мірі використовувати матеріали наявних досліджень впливу Чорнобильської катастрофи при оцінці впливу на довкілля відходів уранового виробництва (рис 1). Ці відмінності, в першу чергу, полягають в наступному.

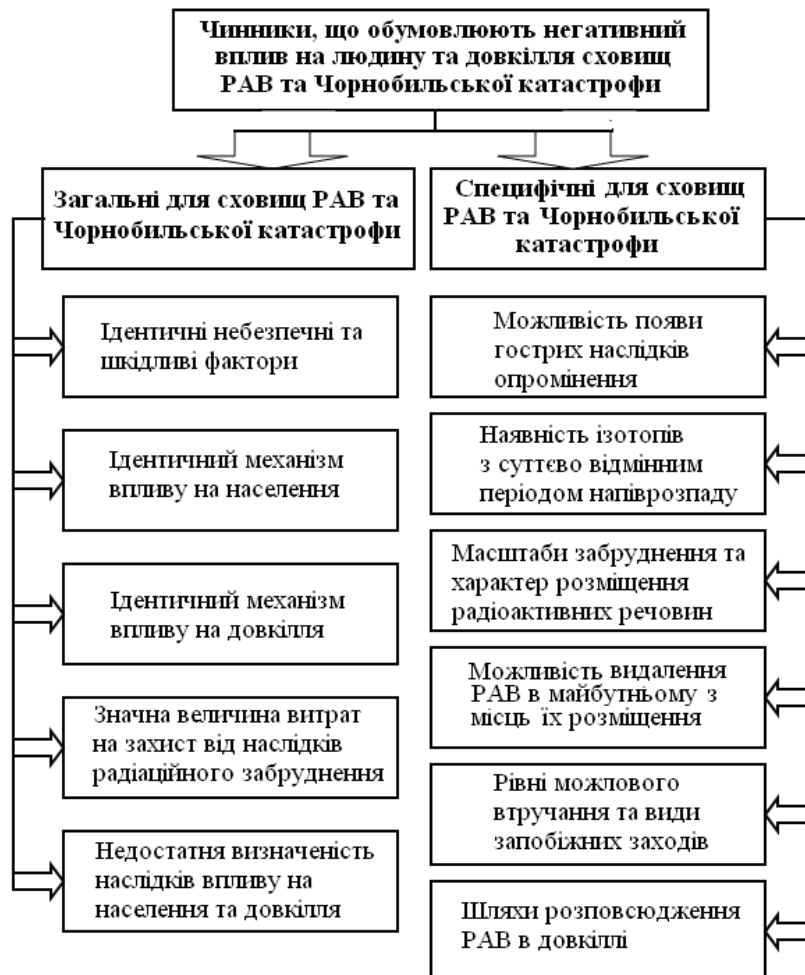


Рис. 1. Загальні та специфічні чинники, що обумовлюють негативні наслідки збереження відходів уранового виробництва та Чорнобильської катастрофи.

По-перше, Чорнобильська катастрофа призвела до появи гострих наслідків, як ре-

зультату опромінювання людей значними дозами γ - випромінювання та β - випроміню-

вання [1]. В той же час радіоактивне забруднення довкілля в результаті накопичення та зберігання відходів уранового виробництва не призводить до появи гострих наслідків, у тому числі і працівників, які виконують роботи з моніторингу стану сховищ відходів уранового виробництва та їх охорони. В останньому випадку радіоактивне забруднення здатне спричинити віддалені наслідки у персоналу, що працює на забруднених територіях, та генетичні наслідки у персоналу та населення, що мешкає в зоні впливу сховищ радіоактивних відходів (РАВ).

За Чорнобильської катастрофи всього було зареєстровано 134 випадки гострої променевої хвороби серед людей, що виконували аварійні роботи на четвертому енергоблоці. У багатьох випадках променева хвороба ускладнювалася променевими опіками шкіри, викликаними β - випромінюванням. Протягом 1986 року від променевої хвороби померло 28 чоловік. Ще дві людини загинули під час аварії з причин, не пов'язаних з радіацією, і один помер, ймовірно, від коронарного тромбозу. Протягом наступного періоду часу померло ще 19 чоловік, проте їх смерть не обов'язково була викликана перенесеною променевою хворобою.

По-друге, негативні наслідки Чорнобильської катастрофи для довкілля в першу чергу визначаються викидом із зруйнованого ядерного реактора за короткий період часу значної кількості радіоактивних речовин з відносно незначним періодом напіврозпаду безпосередньо під час аварії. Для аналізу наслідків аварії мають значення в першу чергу викид таких радіоактивних речовин як: йод-131 (період напіврозпаду 8 днів), цезій-134 (період напіврозпаду 2 роки), цезій-137 (період напіврозпаду 30 років), стронцій-90 (період напіврозпаду 29 років). Вважається, що в атмосферу потрапило близько 50% йоду і 30% цезію, що містилися в реакторі. Радіоактивного забруднення зазнали величезні території [1,2]. Проведені обстеження показали, що лише в Україні забруднення стронцієм-90 (із питомою активністю біля $11,1 \cdot 10^{10}$ Бк/км²) і цезієм-137 (із питомою активністю біля $18,5 \cdot 10^{10}$ Бк/км²) становить понад 3420 кв. км.

Серед чинників, що справили найсуттєвіший вплив на стан здоров'я населення

при Чорнобильській аварії спеціалісти на перше місце ставлять опромінення щитовидної залози населення значних регіонів України в результаті викидів радіоактивного йоду-131 в момент аварії та на початковому етапі її ліквідації [2]. У зв'язку з останнім, значну проблему породило опромінення осіб, що працювали на майданчику навколо Чорнобильської АЕС та у 30-км. зоні, в подальшому – у зоні відчуження. Населення, що вже багато років мешкає на забруднених територіях, також зазнає негативного впливу наслідків аварії. Сьогодні рак щитовидної залози у дітей, обумовлений випаданням радіоактивних ізотопів йоду, є одним з основних наслідків аварії для здоров'я. Дози у щитовидній залозі, отримані в перші місяці після аварії, були особливо високими у осіб, які були тоді дітьми і пили молоко з високими рівнями радіоактивного йоду. До 2016 р. було зафіксовано 6000 випадків захворювання на рак щитовидної залози, 16 000 нових випадків захворювання очікується в майбутньому. Дуже ймовірно, що велика частина цих випадків обумовлена дією радіоактивних ізотопів йоду. Крім зростання захворюваності на рак щитовидної залози серед осіб, опромінених у дитячому віці, не було чітко показано збільшення захворюваності на рак чи на лейкемію внаслідок опромінення у інших груп населення, які зазнали найбільшого впливу. Збільшилася кількість хворих на радіогенну лейкемію, людей з серцево-судинними захворюваннями та раком грудей.

За час, що минув після аварії на Чорнобильській АЕС, радіаційний стан території, що зазнали радіоактивного забруднення, істотно поліпшився. Цьому сприяли як природні процеси, так і здійснення захисних заходів. Так, після 1986 р. рівні випромінювання в навколишньому середовищі знизилися в декілька сотень разів. Вже нині більшість територій, які зазнали забруднення радіоактивними речовинами з відносно незначним періодом напіврозпаду стали безпечними для проживання і економічної діяльності [6,7].

Радіоактивне забруднення довкілля в результаті накопичення та зберігання відходів уранового виробництва пов'язане в першу чергу з наявністю у відходах радіоактив-

них елементів з значним періодом напіврозпаду, таких як: уран-238 (період напіврозпаду $4,47 \cdot 10^9$ років), торій-230 (період напіврозпаду $7,5 \cdot 10^4$ років) та радій-226 (період напіврозпаду $1,6 \cdot 10^3$ років). Це обумовлює те, що за час, який минув з моменту припинення роботи ВО «ПХЗ» і припинення процесів складування в сховищах відходів уранового виробництва, загальна активність відходів, що зберігається в сховищах, залишається практично без змін і така ж ситуація (без активного втручання та проведення заходів з видалення чи вторинної переробки відходів) буде зберігатися і в майбутньому – сотні і тисячі років. Природними процесами, які здатні в досяжному майбутньому привести до зменшення активності накопичених відходів є міграція радіоактивних елементів з ґрунтовими водами (в першу чергу урану-238, як найбільш рухливого з названих ізотопів) та винесення їх за межі сховищ у вигляді аерозолів. Проте ці процеси якраз і становлять найбільшу загрозу з точки зору небезпечного радіаційного впливу на оточуючі території та населення, тому на їх попередження в першу чергу і спрямовують захисні заходи.

По-третє – масштабами (кількістю) и та характером розміщення РАВ. Нині, в результаті аварії на Чорнобильській АЕС в одному місці (під саркофагом) безпосередньо в атомному реакторі, розміщеному в практично незаселеному місті Чорнобиль, знаходиться біля 100 т високоактивного ядерного палива та ще (в Україні) територія біля 700 квадратних кілометрів залишається забруднена плутонієм-239 (із початковою питомою активністю від $3,7 \cdot 10^9$ Бк/км²) [2]. Плутоній-239 в природі зустрічається в надзвичайно малих кількостях в уранових рудах. Він утворюється з урану-238 при захопленні нейтронів, що виникають при спонтанному розпаді урану-235 та урану-238. Період напіврозпаду плутонію-239 становить $2,4 \cdot 10^4$ років. Природні процеси, які здатні найближчий період часу привести до зменшення активності цих забруднених територій до природних рівнів, є міграція плутонію-239 в ґрунті з дощовими водами (як досить рухливого ізотопу).

Що стосується сховища відходів уранового виробництва, то нині це більше 100

млн. тон середньо та низько активних РАВ, розміщених на густонаселеній території з розвиненою промисловістю. Сумарна активність РАВ зі значним періодом напіврозпаду розсіяних в результаті Чорнобильської катастрофи нині складає біля $3 \cdot 10^{12}$ Бк, а тих, що знаходяться в сховищах відходів уранового виробництва - $6,3 \cdot 10^{15}$ Бк [9].

По-четверте – можливістю повного видалення в майбутньому радіоактивних матеріалів, що знаходяться в зруйнованому реакторі та зберігаються в сховищах відходів уранового виробництва. З розвитком робототехніки та засобів автоматизації є можливість в найближчому майбутньому вилучити ядерне паливо зі зруйнованого реактора, з подальшим його захороненням спільно з високоактивними відходами атомних електростанцій. Відходи уранового виробництва, що нині знаходяться та в подальшому будуть накопичуватися в сховищах, зважаючи на їх значну масу та обсяг, не можуть бути в повному обсязі вилучені зі сховищ та перезахоронені в недоступних для населення місцях як нині так і в майбутньому.

По-п'яте - видами запобіжних заходів та рівнями втручання при виборі заходів. Чорнобильська катастрофа спричинила прийняття низки термінових і невідкладних протирадіаційних захисних заходів, таких як евакуація, укриття населення, обмеження в режимі перебування на відкритому повітрі, фармакологічна профілактика опромінення щитовидної залози, заборона вживання окремих продуктів харчування місцевого виробництва та використання води з місцевих джерел тощо. Що стосується сховищ відходів уранового виробництва, то запобіжні заходи зводяться головним чином в обмеженні перебування на території сховищ та використання матеріалів (відходи будівельних матеріалів, металолом тощо) та продуктів харчування отриманих з території сховищ (риба, гриби тощо).

По-шосте – характером розповсюдження радіоактивних речовин в довкіллі. Чорнобильська катастрофа супроводжувалась процесом переважно атмосферного розсіювання продуктів викиду безпосередньо під час пожежі, а також частково міграцією радіоактивних речовин відкритими водними джерелами. Розповсюдження радіоактив-

них речовин зі сховищ відходів уранового виробництва здійснюється переважно шляхом міграції важких радіоактивних металів (урану-238, торію-230, радію-226 тощо) підземними водоносними горизонтами, виділенням з поверхні сховищ газу радону та виносу на оточуючі сховища території аерозолів РАВ з відкритих поверхонь сховищ.

Висновки. Виконаний нами аналіз показав наявність суттєвих відмінностей між наслідками впливу на населення та території сховищ з радіоактивними відходами уранового виробництва та аварій, які виникають на об'єктах ядерно-радіаційних технологій. Ці відмінності не дозволяють в повній мірі використовувати матеріали наявних досліджень впливу Чорнобильської катастрофи при оцінці впливу на довкілля відходів уранового виробництва, яка, в першу чергу, зводиться до оцінки можливих екологічних та економічних наслідків обумовлених необхідністю охорони сховищ з радіоактивними відходами, попередження виносу за межі сховищ радіоактивних речовин з аерозолями та водоносними горизонтами, впливом РАВ на населення, що проживає в районах прилеглих до сховищ, та оцінки соціально-економічних наслідків обумовлених впли-

вом РАВ на персонал, що здійснює охорону сховищ та контроль за їх станом.

Література

1. Іванов Ю. О. Динаміка перерозподілу радіонуклідів у ґрунтах і рослинності: [після аварії на ЧАЕС]. / Ю. О. Іванов // Чорнобиль: Зона відчуження: Збірник наукових праць. – К., 2001. – С. 47–76.
2. Барановська Н. П. Соціальні та економічні наслідки Чорнобильської катастрофи / Н. П. Барановська. – К. : Наукова думка, 2001. – 245 с.
3. Павлов В. І. Соціально-економічні наслідки Чорнобильської катастрофи: адаптація, проблеми: монографія / В. І. Павлов, І. І. Фурін, Н. В. Павліха. – Луцьк : Надстир'я, 2000. – 343 с.
4. Папієв М. Чорнобильська катастрофа: соціальний аспект проблеми / М. Папієв // Соціальна політика і соціальна робота. – 2004. – №3. – С. 5–10.
5. Бакуменко В. Д. Сучасні підходи до вирішення проблем Чорнобильської Зони відчуження та безумовного (обов'язкового) відселення / В. Д. Бакуменко, М. І. Проскура, В. І. Холоша. – К., 2000. – 152 с.
6. Гродзинський Д. Перспективи використання та утримання радіаційно уражених земель / Д. Гродзинський, О. Дембовецький, О. Левчук // Вісник Національної академії наук України. – 2003. – №4. – С. 15–25.
7. Мірошніченко М. Курс – на оновлення і залюднення земель (подолання наслідків Чорнобильської катастрофи) / М. Мірошніченко // Надзвичайна ситуація. – 2008. – №4. – С. 7–11.

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПОСЛЕДСТВИЙ РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ОТХОДАМИ УРАНОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

А. Г. Вагонова, д. э. н., профессор, И. В. Шереметьева, к. т. н., доцент, Д. В. Аржевичев, аспирант, ГВУЗ «Национальный горный университет»

В статье рассматривается вопрос оценки экологических и экономических последствий радиоактивного загрязнения окружающей среды, обусловленного накоплением и хранением отходов уранового производства. Показано наличие существенных различий между последствиями воздействия на населения и территории хранилищ с радиоактивными отходами уранового производства и аварий, возникающих на объектах ядерно-радиационных технологий.

Ключевые слова: экологические и экономические последствия, природная среда, загрязнение территорий, отходы, урановое производство.

FEATURES ECOLOGICAL-ECONOMIC ASSESSMENT OF CONSEQUENCES OF RADIOACTIVE CONTAMINATION OF TERRITORIES BY URANIUM PRODUCTION WASTE

O. H. Vaganova, D.E., Prof., I. V. Sheremetyeva, Ph. D (Tech.), Ass. Prof., D. V. Arzhevichev, post graduate student, SHEI «National Mining University»

The assessment of the environmental and economic consequences of radioactive contamination of the environment due to the accumulation and storage of waste from uranium production is discussed. It is shown that there are significant differences between the effects on the population

and territory of repositories for radioactive waste of uranium production and accidents that occur on objects of nuclear and radiation technologies.

Keywords: ecological and economic consequences, the natural environment, pollution, waste, production of uranium.

Рекомендовано до друку д. т. н., проф. Прокопенко В. І.

Надійшла до редакції 27.01.17.