

ДЖЕРЕЛА РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ ПОЛЬЩІ

Розглянуто джерела радіоактивного забруднення ґрунту, повітря та водних ресурсів на прикладі низки країн світу, а також Польщі. Запропоновано заходи щодо зменшення впливу радіонуклідів на навколишнє середовище.

Ключові слова: радіоактивне забруднення, радіонукліди, навколишнє середовище.

Рассмотрено источники радиоактивного загрязнения почвы, воздуха и водных ресурсов на примере ряда стран мира, а также Польши. Предложены мероприятия относительно уменьшения влияния радионуклидов на окружающую среду.

Ключевые слова: радиоактивное загрязнение, радионуклиды, окружающая среда.

The paper researches sources of radioactive contamination of the ground, air and water resources in several countries, including Poland. It introduces methods for reducing effect of radio-nuclides on environment.

Key words: radioactive contamination, radio-nuclides, environment.

Вступ

В умовах, коли антропогенні зміни торкнулися практично всіх екосистем земної кулі, атмосфери і навіть найближчого до планети космічного простору, найважливішим завданням сучасності стало глобальне поліпшення, вдосконалення природокористування, обов'язкове екологічне обґрунтування всіх видів господарської діяльності, погодження планів цієї діяльності між країнами, виконання силами міжнародного співтовариства глобальних заходів з охорони біосфери планети заради її збереження.

Радіоекологія – наймолодший серед новітніх розділів загальної екології, активний розвиток якого почався практично після Чорнобильської катастрофи, яка стривожила весь світ [1].

Вплив радіоактивного випромінювання на організм людини особливо небезпечний. Аналізи результатів експериментів на тваринах і наслідків опромінення людей під час атомних вибухів у Хіросімі та Нагасакі, а пізніше в Чорнобилі, привели до висновку, що гостра біологічна дія радіації проявляється у вигляді променевої хвороби, локальних уражень шкіри, кришталика ока, кісткового мозку і призводить до смерті.

Сьогодні головними джерелами радіоактивних забруднень біосфери є радіоактивні аерозолі, які потрапляють в атмосферу під час випробувань ядерної зброї, аварій на АЕС та радіоактивних виробництвах, а також радіонукліди, що виділяються

з радіоактивних відходів, заборонених на суші й на морі, з відпрацьованих атомних реакторів і устаткування. Радіоактивні опади, залежно від розміру частинок і висоти їх знаходження в атмосфері, мають різний час осідання та радіус поширення [1].

Джерела іонізуючого опромінення

У даній статті розглянемо більш детально джерела іонізуючого опромінення. За походженням і характером джерела іонізуючого опромінення можна поділити на:

- натуральні та штучні;
- закриті та відкриті.

До натуральних джерел опромінення відносяться радіоактивні опромінення від Землі, які походять від натуральних променеутворюючих елементів, які знаходяться в атмосфері, гідросфері та літосфері, а також опромінення космічне. Організм людини підлягає також внутрішньому опроміненню від радіоактивних елементів, які досягають нашого організму з їжею, водою та повітрям. Сліди радіоактивних елементів, таких як калій-40, вуглець-14, радон-226, знаходяться також у нашій крові та кістках.

Розвиток різних розділів науки, в тому числі медичних та атомних, призвів до того, що поряд з натуральними джерелами опромінення з'явилися штучні джерела радіоактивного опромінення [2].

У таблиці 1 показано частку найбільш поширених джерел опромінення.

Частка джерел опромінення

Джерела опромінення		Частка, в %
Натуральні	Радон-222	40
	Торій-220	2,0
	Гама-промені	13,8
	Внутрішнє опромінення	8,6
	Космічне опромінення	8,7
Штучні	Медична діагностика	25,8
	Аварії	0,4
	Інші джерела	0,7

Радіоактивні відходи

Залежно від хімічної форми, активності джерела та радіотоксичності променеутворюючих ізотопів, радіоактивні відходи поділяються на:

- низькоактивні, такі, як забруднений одяг, лабораторне оснащення, хірургічне обладнання в онкологічних лікарнях;
- середньоактивні – фрагменти конструкцій, використані радіоактивні матеріали, стічні радіоактивні води;
- високоактивні – ядерне паливо [1].

У Польщі проблемами радіоактивних відходів займається Відділ Знешкодження Іонізуючих Відходів (ZUOP), який проводить роботи щодо знешкодження та захоронення відходів, які отримуються у різних галузях виробництва країни. Місцем захоронення радіоактивних відходів є Державне сховище Радіоактивних Відходів (KSOP). Є воно поверхневим сховищем для захоронення короткоживучих радіоактивних речовин низько- та середньоактивних відходів, період напіврозпаду яких не перевищує 30 років.

Радіоактивні об'єкти, локалізовані навколо Польщі

Польща до сьогоднішнього дня не має своїх атомних електростанцій, але по сусідству на

відстані 310 км від своїх кордонів знаходиться 10 діючих атомних електростанцій з 27 працюючими енергоблоками потужністю 18 тисяч МВт, що відповідає тепловій потужності біля 55 тисяч МВт.

Із 27 діючих енергоблоків 16 оснащено реакторами типу WWER-440, електрична потужність кожного складає 440 МВт; 6 блоків із реакторами WWER-1000 з електричною потужністю кожного 1000 МВт; 4 блоки з реакторами BWR з електричною потужністю кожного 495, 625, 1200 та 1315 МВт; 1 блок з реактором RBMK (розташовано у Литві) з електричною потужністю 1500 МВт [2].

Що стосується світових атомних електростанцій, вплив радіоактивних відходів яких при аварії може бути відчутний і на території Польщі, то всього на теперішній час працює 438 реакторів, 103 з яких розташовано у США. Друге місце у світі посідає Франція з 59 діючими реакторами, третє – Японія з 55 реакторами. Частка атомної енергетики в загальній кількості виробництва енергії у світі дуже велика (78 %). У найближчому майбутньому планується у світі побудувати ще 188 реакторів. У таблиці 2 показано кількість діючих та недобудованих атомних електростанцій світу.

Атомні реактори світу

Країни	Діючі реактори		Реактори в будівництві	
	Кількість	Електрична потужність, МВт	Кількість	Електрична потужність, МВт
Аргентина	2	935	1	692
Бельгія	7	5728	0	0
Бразилія	2	1901	0	0
Болгарія	2	1906	0	0
Велика Британія	19	10982	0	0
Вірменія	1	376	0	0
Голландія	1	485	0	0
Індія	17	3779	6	2976
Іран	0	0	1	915
Іспанія	8	7442	0	0
Канада	18	12595	2	1540
Китай	11	8587	4	3170
Китай-Тайвань	6	4884	2	2600
Корея Південна	20	17533	1	950
Литва	1	1185	0	0
Мексика	2	1310	0	0
Німеччина	17	20303	0	0
Пакистан	2	400	1	300
Південно-Африк. Республ.	2	1842	0	0
Польща	0	0	0	0
Росія	31	21743	5	2720
Словаччина	5	2064	2	840

Продовження таблиці 2

Словенія	1	696	0	0
США	103	98254	1	1155
Угорщина	4	1773	0	0
Україна	15	13168	0	0
Чехія				

Радіоактивне забруднення навколишнього середовища

Радіоактивне забруднення середовища поділяється на забруднення ґрунту, води, повітря.

Розглянемо радіоактивність деяких елементів на нашій планеті (табл. 3).

Таблиця 3

Активність радіонуклідів у Землі [2]

	⁴⁰ K	²³² Th	²³⁸ U
Кількість радіонуклідів у ланцюзі	1	9	14
Вміст у корі Землі	7,3x10 ²⁴	7,8x10 ²³	5,7x10 ²³
Вміст у воді океанів	1,6x10 ²²	3,5x10 ¹⁹	7,9x10 ²⁰
Вміст у 1 км ³ ґрунту	8,4x10 ¹⁴	8,1x10 ¹⁴	9,2x10 ¹⁴
Відходи від усіх енергетичних атомних реакторів в середньому за рік	2,2x10 ¹⁵		

З таблиці 3 видно, що в 1 км³ ґрунту вміст натуральних радіонуклідів вища, ніж кількість відходів від усіх енергетичних атомних реакторів за рік. Але слід розуміти, що на глибині біля 1 км немає можливості у цих радіонуклідів мігрувати у великій кількості на поверхню ґрунту через наявність великої кількості бар'єрів, що перешкоджають цьому русі.

Радіоактивність ґрунту від натуральних та штучних радіоактивних ізотопів визначається на підставі замірів у ґрунті, який береться на глибині 10 см та 25 см. На підставі таких замірів у різних регіонах Польщі визначили, що найбільше

забруднення у різних воєводствах країни пов'язано з ізотопом цезія-137. Особливо це забруднення помітне у Катовицькому (4,95 кВк/м²), Вроцлавському (4,02 кВк/м²) та Краківському (2,69 кВк/м²) регіонах. До сьогоднішнього дня це пов'язано з інтенсивними опадами дощу, які йшли в цій місцевості після Чорнобильської аварії.

Але найбільша доза опромінення отримується від радіонуклідів, які дістаються до середовища через атмосферне повітря [3].

У таблиці 4 показана річна кількість радіонуклідів натурального походження або витворених людиною, яка проникає до атмосфери.

Таблиця 4

Активність та енергія радіонуклідів, які попадають до атмосфери

Джерела	Активність [Бк]	Енергія	
Натуральна емісія газів та пилу з поверхонь морів та ґрунту до атмосфери	Rn-222	3,3x10 ¹⁹	3,0x10 ¹
	H-3	7,4x10 ¹⁶	2x10 ¹
	Pb-210	1,8x10 ¹⁶	1,9x10 ¹
	C-14	1,4x10 ¹⁵	3,5x10 ¹
	Ra-226	2,4x10 ¹⁴	1,1x10 ¹
	U-238	1,48x10 ¹⁴	1,6x10 ¹
Ядерна зброя (вибухи та виробництво)	Rn-222	4,1x10 ¹⁴	3
	H-3	7,0x10 ¹⁸	2,1x10 ¹
	C-14	6,3x10 ¹⁵	1,5x10 ¹
	Cs-137	2,6x10 ¹⁶	2,3x10 ¹
Чорнобильська аварія	Cs-137	7x10 ¹⁶	6,1x10 ³
Атомна енергетика	H-3	5,6x10 ¹⁶	1,3x10 ⁴
Вулканічна емісія до атмосфери	Po-210	5,1x10 ¹⁵	4,4x10 ³
Спалювання вугілля	Rn-222	8,5x10 ¹⁴	7,6x10 ²
Штучні добрива	Ra-226	4,1x10 ¹³	3,2x10 ¹

З таблиці 4 видно, що найбільша кількість енергії, яка потрапляє до атмосфери, походить від радону-222. Всі інші джерела є набагато меншими.

Кількість радіонуклідів у водах океанів на 3...5 порядків менша, ніж у землі. Наприклад, концентрація натрію-40 у морській воді становить 11 Бк/літр, урану-238 – 40 Бк/літр, а торію – 0,004 Бк/літр. Кількість радону складає 7 Бк/100 кг.

Але це середні значення, які змінюються залежно від глибини морів та океанів. Наприклад, кількість радону на дні океану може складати навіть 34 Бк/100 кг.

У Польщі багато років проводиться моніторинг вод і їх осадів. У таблиці 5 показані результати дослідів, проведених у 2007 році на найбільших річках Польщі [3].

Таблиця 5

Заміри кількості стронцію-90 і цезію-137 у найбільших річках Польщі

Назва річок	Cs-137		Sr-90	
	Межі кількості	Середня величина	Межі кількості	Середня величина
Вісла, Буг	1,4-3,1	2,4	3,5-6,3	4,5
Одер, Варта	2,0-4,5	3,3	3,1-5,4	4,3

Радіоактивність прибережних вод Балтики була контрольована вимірами кількості ізотопу цезію-137, радону-226 та ізотопу натрію-40. Середні значення цих ізотопів складають: для цезію-137 –

45,9 Бк/м³, радону-226 – 3,4 Бк/м³. У таблиці 6 показано результати дослідів осадів Балтійського моря на кількість стронцію-90 і цезію-137.

Таблиця 6

Досліди осадів Балтійського моря на кількість стронцію-90 і цезія-137

Балтійське море		
Товщина осадів	Cs-137	Sr-90
0...5 см	127	3,13
5...11 см	29	3,52

Таким чином, у результаті проведених дослідів викидів радіоактивних речовин у повітря, ґрунт та води на території Польщі було визначено найбільш поширені забруднювачі для різних регіонів

країни, що дає можливість проводити відповідні заходи щодо зменшення радіоактивного забруднення теренів країни.

ЛІТЕРАТУРА

1. Калда Г.С., Савченко З.Б. Прикладний курс радіометрії і дозиметрії: Навчальний посібник. – Хмельницький, ТУП, 2001. – 261 с.
2. Jaworski Z. Encyklopedia Fizyki Wspolczesnej, Promieniowanie Jadrowe w Srodowisku.
3. Dzialalnosc Prezesa Panstwowej Agencji Atomistyki oraz Jcena Stanu Bezpieczenstwa Jadrowego I Ochrony Radiologicznej w Polsce w 2006 roku, Warszawa, maj 2007, 52 s.

Рецензенти: Томлін Ю.А., д.б.н., професор;
Григор'єва Л.І., к.б.н., докторант

© Калда Г.С., Зурек Л., 2009

Стаття надійшла: 10.04.2009 р.