

УДК 504.064

РАДІОАКТИВНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД ЖИТОМИРЩИНИ

І. В. Захаркевич¹, А. К. Запольський²

1 - Національний університет біоресурсів і природокористування, м. Київ,

2 - Національний університет харчових технологій, м. Київ

e-mail: innashum27@gmail.com

Особливе місце у забрудненні навколишнього середовища займає радіоактивне забруднення. Внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС радіоактивно забрудненими виявилися території багатьох областей України. У даній статті подані результати дослідження радіаційної забрудненості підземних вод Житомирської області, а також зазначені проблеми, пов'язані із цим забрудненням.

Ключові слова: Чорнобильська катастрофа, радіоактивне забруднення, підземні води.

Вступ

Радіоактивне забруднення довкілля – неминучий чинник атомного століття. При мирному використанні атомної енергії в довкілля потрапляє деяка кількість радіоактивних нуклідів, незважаючи на заходи радіаційної безпеки, що приймаються. Особливо значне радіоактивне забруднення біосфери відбувається при аварійних ситуаціях (наприклад, катастрофа на ЧАЕС в 1986 році чи землетрус й виникнення цунамі в Японії в 2011 році).

Одним з негативних наслідків використання ядерної енергії є прогресуюче радіоактивне забруднення довкілля. При штатній безаварійній роботі ядерних установок деяка кількість продуктів активації і ділення ядерного палива проникає за межі фізичного і біологічного захисту. Багаточисельними дослідженнями встановлено, що кінцевою ланкою міграції радіонуклідів є водні екосистеми. Водна оболонка біосфери є найважливішим депо надходження і захоронення природних і штучних радіонуклідів. При осіданні радіонуклідів з атмосфери за інших однакових умов значна частина радіонуклідів потрапляє на дзеркало води [1-4].

Підземні води можуть забруднюватися радіоактивними опадами за умови потрапляння останніх у водоносний горизонт у твердому, колоїдно-дисперсному чи розчиненому стані. Проникнення твердих радіоактивних часток у підземні води відбувається лише в тому випадку, коли вони безпосередньо зв'язані з атмосферою за допомогою відкритих траншів, карстових лійок та інших порожнин. Тимчасові поверхневі водотоки в районах відкритого карсту можуть значною мірою підвищити рівень забруднення підземних вод за рахунок надходження радіоактивних осколків з водозбірної площі. Підземні води забруднюються за рахунок радіоактивних ізотопів у колоїдно-дисперсному та переважно розчиненому стані, що проникають через породи зони аерації.

Вміст у воді радіоактивних речовин, навіть при дуже малих концентраціях, є вельми небезпечний і викликає радіоактивне забруднення. Найбільш шкідливі «довго живучі» радіоактивні нукліди, що мають підвищену здатність до переміщення у воді (стронцій-90, уран-235, радій-226, цезій-137 тощо).

З великої кількості нуклідів, які утворюються під час ядерного вибуху, тільки три: ^{90}Sr , ^{106}Ru , ^{131}I , переходячи в розчин і проникаючи через породи зони аерації, можуть забруднювати підземні води. Сюди можна віднести і тритій (^3H), який утворюється тільки за певних умов. Решта радіонуклідів, у тому числі короткоживучі, розпадаються в перші хвилини, години чи дні свого існування й сорбуються в процесі їх проникнення крізь породи зони аерації [5, 6].



Житомирська область відноситься до районів, у межах яких перший від поверхні водоносний горизонт не захищений від забруднення радіоактивними речовинами. На даній території верхній водоносний горизонт у флювіогляціальних і алювіальних відкладеннях перекритий товщею середньо-, різно- і дрібнозернистих пісків потужністю від 0 до 3 м. Переважають товщі від декількох десятків і навіть сотих частин метра до 1–2 м. Це можна сказати й про води, приурочені до заплавної алювію.

Першим, негативно впливаючим на захищеність ґрунтових вод фактором є слабкий поверхневий стік атмосферних опадів і відкритих водотоків, обумовлений одноманітним плоским рельєфом. Атмосферні опади, які містять радіоактивні речовини в колоїдно-дисперсному й розчиненому стані, внаслідок цього інтенсивно просочуються на рівень ґрунтових вод, забруднюючи їх.

Другим фактором, що сприяє забрудненню ґрунтових вод, є кліматичні умови. Значна кількість опадів, які випадають у теплу пору року, сприяє розчиненню і прискоренню міграції радіоактивних речовин до ґрунтових вод. Крім того, наявність боліт і поверхневих водотоків в умовах радіогенезу може створити сприятливі умови для зливових дощів, які сприяють швидкому забрудненню підземних вод [5].

Об'єкти досліджень

Моніторинг вмісту радіонуклідів у підземних водах здійснювали за трьома водоносними комплексами – четвертинним (свердловини), еоценовим (водозабір ЧАЕС, м. Прип'ять) та сеноман-нижньокрейдовим (водозабір м. Чорнобиль та міський водопровід). Забруднення еоценового та сеноман-нижньокрейдового комплексів достовірно не зафіксоване. Концентрація ^{137}Cs та ^{90}Sr у воді водозаборів ЧАЕС та м. Чорнобиль не перевищувала 10 Бк/м^3 (допустимі рівні для питної води складають 2000 Бк/м^3).

Суттєвими локальними джерелами радіоактивного забруднення підземних вод четвертинного водоносного комплексу залишаються пункти тимчасової локалізації радіоактивних відходів (ПТЛРВ). Основні запаси активності зосереджено в ПТЛРВ «Будбаза» та «Рудий ліс», які розташовані вздовж західного сліду чорнобильського викиду. В підземних водах цих районів спостерігається постійне перевищення дигідрокверцетину (ДКВ) для ^{90}Sr у 40-50 разів (ДКВ становить 10000 Бк/м^3) – фактично водовмісні породи наповнені водою з характеристиками рідких радіоактивних відходів [7, 8].

На початку 90-х років ХХ ст. в області із-за підвищеного вмісту радону-222 та радіо-226 були затамповані артсвердловини на багатьох підприємствах харчової промисловості, а впродовж 2001-2002 рр. вже було проаналізовано понад 40 зразків води артезіанських свердловин на даній території. За даними досліджень питома активність ^{222}Rn коливалася від 2,0 до $347 \text{ Бк}\cdot\text{л}^{-1}$, питома активність ^{226}Ra – від 0,005 до $3,6 \text{ Бк}\cdot\text{л}^{-1}$, питома активність ^{228}Ra – від 0,004 до $0,3 \text{ Бк}\cdot\text{л}^{-1}$, а питома активність ^{235}U від 0,002 до $2,2 \text{ Бк}\cdot\text{л}^{-1}$ [9].

Після аварії на Чорнобильській АЕС в зону радіоактивного забруднення потрапило 9 районів Житомирської області: Володарськ-Волинський, Ємільчинський, Коростенський, Лугинський, Малинський, Новоград-Волинський, Народицький, Овруцький, Олевський. Гострою проблемою районів, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок катастрофи, є забезпечення населення якісною питною водою, оскільки в підземних водах спостерігається значний вміст заліза та радону.

Мета роботи полягала в кількісній оцінці існуючого радіоактивного забруднення підземних вод районів Житомирщини, аналіз яких здійснювався відповідно до програми радіоекологічних досліджень.

Результати аналітичного контролю

У результаті досліджень, впродовж 2010 року були зібрані дані щодо радіоактивного забруднення ґрунтових вод районів Житомирщини (табл.).



Таблиця. Радіоактивність підземних вод Житомирщини

№ з/п	Місце відбору	Дата відбору	Вміст елементів			
			²²² Rn, Бк/дм ³	²²⁶ Ra, мБк/дм ³	²²⁸ Ra, мБк/дм ³	²³⁵ U, мБк/дм ³
1.	Овруцький р-н	06.06.10	111,2	294,3	87,1	107,5
2.	Народицький р-н	27.01.10	5,2	75,2	77,4	23,4
3.	Коростенський р-н	24.12.10	37,4	89,6	37,9	31,5
4.	Малинський р-н	07.06.10	49,5	23,7	18,4	48,5
5.	Черняхівський р-н	11.02.10	18,4	56,2	16,3	4,2
6.	Коростишівський р-н	12.10.10	19,5	45,2	17,3	4,2
7.	Вол.-Волинський р-н	07.07.10	8,7	31,9	7,2	12,3
8.	Олевський р-н	05.11.10	30,0	29,5	29,7	4,0
9.	Чуднівський р-н	28.08.10	45,2	19,6	10,6	51,7
10.	Баранівський р-н	11.12.10	92,0	30,9	19,1	42,2
11.	Андрушівський р-н	02.11.10	7,9	40,0	32,4	35,0
12.	Житомирський р-н	04.11.10	24,9	9,3	19,3	49,8
13.	Червоноармійський р-н	12.10.10	184,3	146,6	52,3	353,3
14.	Бердичівський р-н	29.09.10.	11,6	79,6	15,5	4,6
15.	Любарський р-н	03.03.10	13,1	21,2	9,5	157,0
16.	Брусилівський р-н	08.12.10	167,8	146,0	38,0	38,4
17.	Попільнянський р-н	28.08.10	30,5	30,7	15,8	84,4
18.	Ружинський р-н	14.09.10	68,5	59,2	17,3	68,9
19.	Лугинський р-н	05.11.10	28,1	1,5	1,3	1,3
20.	Романівський р-н	08.04.10	53,3	57,2	65,3	57,6
21.	Нов.-Волинський р-н	01.03.10	96,1	150,0	166,0	180,5
22.	Радомишльський р-н	03.03.10	25,8	19,3	6,7	60,0
23.	Ємільчинський р-н	09.11.10	30,9	29,3	58,8	4,2

Радіоактивне забруднення ґрунтових вод у досліджуваних районах обумовлене, в основному, наявністю в них ²²²Rn, ²²⁶Ra, ²²⁸Ra та урану. Цезій-137 і стронцій-90, як аварійні забрудники, можуть визначати забруднення води лише локально і лише поверхневих джерел. Якість питної води на сьогоднішній день на Житомирщині за вмістом ¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr відповідає вимогам ГН 6.6.1.1-130-2006 [10, 11]. Питома активність ²²²Rn коливається від 5,2 до 184,3 Бк/дм³, питома активність ²²⁶Ra – від 1,5 до 294,3 мБк/дм³, питома активність ²²⁸Ra від 1,3 до 166,0 мБк/дм³, питома активність урану від 1,3 до 353,3 мБк/дм³.

Ґрунтові води, що використовуються у водопостачанні населення і в господарських цілях Житомирщини, зазвичай слабомінералізовані. Вони розкриваються неглибокими колодзями, що інколи містять радієві води. За нормативами ДСанПіН [12], показники безпечності питної води радіоізоотопів урану і радію не повинні перевищувати ≤ 1 Бк/дм³, але нині вони не завжди відповідають цим вимогам. Обстеження на радіоактивність підземних вод Житомирської області показало: вміст радону-222 перевищує норматив в трьох із 23-х районів, зокрема в Овруцькому, Брусилівському та Червоноармійському. Радон дуже добре розчиняється у воді і при контакті підземних вод з радоном, вони дуже швидко насичуються останнім. Підземні води, що мають дуже великі концентрації радону, найчастіше пов'язані з родовищами урану, які містять багато радію.

Уран у всіх підземних водах районів Житомирщини є в мікрокількостях, тобто $\leq 1 \cdot 10^{-3}$ Бк/дм³. Розчинність багатьох сполук урану у воді досить висока, так що в розчині його

концентрація досягає декількох частин на мільйон. Одним із шляхів надходження урану в безнапірний водоносний горизонт є інфільтраційні води і вода верховодки. Радіоактивне забруднення верховодки і інфільтраційних вод формується за рахунок розчинення і вилуговування радіонуклідів з частинок ядерного палива, що випало під час аварії і похованого в ґрунтах при формуванні післяаварійного техногенного насипу.

Аналіз результатів досліджень питомої активності проб води і супутньої інформації дозволив виявити причини перевищення нормативів і дати рекомендації щодо зниження рівнів забруднення води. Встановлено, що перевищення нормативів на природні радіонукліди у воді може бути пов'язано як з високими рівнями їх надходження у воду, так і з порушенням умов експлуатації колодязів або порушенням правил відбору проб. Високі рівні надходження радіонуклідів у воду зумовлені підвищеною активністю або тріщинуватістю порід. Порушення правил експлуатації – це перевищення дебіту або режиму роботи.

Радіаційне випромінювання є одним з найнебезпечніших чинників, що впливає на живі організми. Вплив радіації на організм може бути різним, але майже завжди він негативний. У малих дозах радіаційне випромінювання може стати каталізатором процесів, що призводять до раку або генетичних порушень, а підвищений рівень радіації може призвести до важких променевих захворювань, або навіть викликати загибель організму.

У організм людини радій надходить з їжею, в якій він постійно присутній (у пшениці $20\text{-}26 \cdot 10^{-15}$ г/г, у картоплі $67\text{-}125 \cdot 10^{-15}$ г/г, у м'ясі $8 \cdot 10^{-15}$ г/г), а також з питною водою. Добове потрапляння в організм людини ^{226}Ra з їжею і водою складає $8,51 \cdot 10^{-2}$ Бк, а втрати з сечею і калом $2,96 \cdot 10^{-3}$ і $8,14 \cdot 10^{-2}$ Бк. Близько 80 % радію, що надійшов в організм (він близький за хімічними властивостями до Са), накопичується в кістковій тканині.

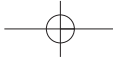
Дія радону з води зводиться до його інгаляційного надходження. Будучи газом, радон потрапляє в організм людини при диханні і може викликати згубні для здоров'я наслідки, перш за все – рак легенів. Розчинений у воді радон діє двояко. З одного боку, він разом з водою потрапляє в травневу систему, а з іншого боку, люди вдихають радон, що виділяється з води при її використанні. Великі концентрації його в організмі шкідливо діють на людину, викликаючи хворобливі зміни у вигляді остеопорозу, мимовільних переломів, пухлин.

Складність у відстеженні послідовності процесів, викликаних опроміненням, зумовлена тим, що наслідки опромінення, особливо при невеликих дозах, можуть проявитися не відразу, і найчастіше для розвитку хвороби вимагаються роки чи навіть десятиліття.

Вплив Чорнобильської аварії на здоров'я людей дуже значний і буде проблемою не тільки для нас, а й для кількох прийдешніх поколінь. Уже в 1986–1992 роках в Житомирській області, територія якої відноситься до радіоактивно забрудненої, в результаті аварії на ЧАЕС, за даними Міністерства охорони здоров'я України, у жителів забруднених радіонуклідами районів значно збільшилася кількість народження недоношених дітей і калік, кількість тяжких ускладнень вагітності (у 2,5–3 рази), є серйозні генетичні зміни здоров'я. В результаті потрапляння радіоактивних речовин в організм у багатьох людей була уражена щитовидна залоза, виникла променева хвороба. Для населення, яке проживає на радіоактивно забрудненій території, характерний стан хронічного дистресу, який проявляється в колективній оцінці стресового переживання катастрофи, підвищеній зверненості за медичною допомогою, змінному характері тривоги [13, 14].

Висновки

Відомо, що без повітря людина може прожити хвилини, без води – дні, а без їжі – до 30 (і навіть до 60) днів. При цьому кожному зрозуміло, що коли в повітря потрапляють небезпечні радіоактивні речовини, то внаслідок великих об'ємів і динамічності атмосфери самоочищення відбувається досить швидко. Проте, якщо радіонукліди опиняться у колодязі з питною водою, то ця вода довго може бути небезпечною для здоров'я людини. Тому



забруднення води у суспільстві викликає почуття серйозної тривоги. На інтуїтивному рівні людина з меншою тривогою реагує на радіоактивне забруднення продуктів харчування, ніж на забруднення води. Це необхідно враховувати при плануванні водоохоронних заходів.

Визначення умов формування підземних вод із різним ступенем радіоактивності і виділення площ, на території яких у разі випадання радіоактивних опадів підземні води будуть надійно захищені, частково захищені чи зовсім не захищені, – це досить складна проблема. Питання захисту підземних вод від забруднення радіоактивними опадами, визначення напрямків міграції радіоактивних речовин у ґрунті і з підземними водами є основним при вирішенні проблеми охорони води. Особлива увага при цьому надається кількісній і якісній оцінці впливу сорбції на поширення радіоактивних речовин у ґрунтах, впливу фізичних факторів і хімічного складу водних розчинів на поглинання радіоізотопів, а також ролі гірських порід під час фільтрації в них розчинів, насичених продуктами радіоактивного розпаду.

Для того, щоб радіоактивні речовини не проникали у водоносний горизонт через стовбур свердловини і шахти колодязя, а також шпарини між стовбуром свердловини й обсадних труб, необхідна герметизація (цементація) затрубного простору та облаштування колодязів і устя свердловин глиняними затворами й відповідними кришками та крівлею. Якщо водоносний горизонт частково захищений від забруднення радіоактивними речовинами, то при відборі і використанні цих вод необхідно постійно проводити радіометричний моніторинг якості води.

Виходячи з даних про глибину промерзання ґрунту в різні періоди року і вважаючи, що 10 см мерзлого ґрунту в цілому захищають підземні води від забруднення радіоактивними речовинами, можна стверджувати, що в межах Поліської низовини підземні води можуть використовуватися впродовж грудня–березня незалежно від умов їхньої захищеності.

В умовах радіогенезу штучне поповнення запасів підземних вод має важливе значення на ділянках, де ґрунтові води є єдиним джерелом підземних вод. Вони надійно захищені, але мають малі резерви. Тому свердловини варто розміщувати вздовж русла ріки або спеціально спорудженого каналу на відстанях, що забезпечують очищення підземних вод від радіоактивних речовин під час фільтрації до прийомної частини свердловин.

Після Чорнобильської катастрофи, незважаючи на прийняті міри, рівні радіоактивного забруднення води істотно не змінилися і становище в районах залишається доволі складним. Катастрофа ХХ століття змушує серйозно задуматися про технологічну дисципліну на атомних електростанціях, частина яких має потребу в реконструкції й модернізації.

Отже, будьмо оптимістами, не втрачаймо надії, що незабаром Полісся – цей благодатний, чудовий край знову в повну міру стане на службу людині.

РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЖИТОМИРЩИНЫ

И. В. Захаркевич¹, А. К. Запольский²

1 – Национальный университет биоресурсов и природопользования, г. Киев,

2 – Национальный университет пищевых технологий, г. Киев

e-mail: innashum27@gmail.com

Особое место в загрязнении окружающей среды занимает радиоактивное загрязнение. В результате аварии на Чернобыльской АЭС радиоактивно загрязненными оказались территории многих областей Украины. В данной статье приведены результаты исследования радиационной загрязненности подземных вод Житомирской области, а также отмечены проблемы, связанные с этим загрязнением.

Ключевые слова: Чернобыльская катастрофа, радиоактивное загрязнение, подземные воды.



RADIOACTIVE POLLUTION OF THE GROUNDWATER IN ZHITOMIR REGION

I. Zakharkevich¹, A. Zapolskyi²

1 – National University of Life and Environment Sciences of Ukraine, Kiev,

2 - National University of Food Technologies, Kiev

e-mail: innashum27@gmail.com

Radioactive contamination takes a special place in general pollution of environment. Large territory of Ukraine was polluted with radioactive contaminants after terrible accident on Chernobyl NPP. In this article the results of research of groundwater radiation in Zhitomir region are given. In addition, problems related to this contamination are noted.

Keywords: Chernobyl catastrophe, radioactive contamination, groundwater.

Список літератури:

1. Применение теории радиоемкости экосистем для экологического нормирования в водных экосистемах : зб. тез доп. другого з'їзду гідроекологічного товариства України, 27 — 31 жовт. 1997 р., Київ. — К., 1997. — С. 167.
2. Трапезников А.В. Радиозкология пресноводных экосистем (на примере Уральского региона): автореф. дис. на соискание науч. степени докт. биол. наук : спец. 03.00.16. «Экология» / А.В. Трапезников. — Екатеринбург, 2001. — 48 с.
3. Тимофеева-Ресовская Е. А. Распределение радионуклидов по основным компонентам пресноводных водоемов / Е. А. Тимофеева-Ресовская // Тр. УФ АН СССР. — 1963. — Вып. 30. — С. 76 — 78.
4. Иванов Є. Радіоекологічні дослідження: навч. посіб. / Є. Иванов. — Львів: вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2004. — 149 с.
5. Дорогунцов С.І., Екосередовище і сучасність. Т.1. Природне середовище у сучасному вимірі: монографія / С.І.Дорогунцов, М.А. Хвесик, Л.М. Горбач, П.П. Пастушенко. — К. : Кондор, 2006. — 424 с.
6. Забруднення радіоактивними елементами. — Режим доступу: <http://uk.wikipedia.org/wiki/>
7. Радіологічний стан територій, віднесених до зон радіоактивного забруднення. — Режим доступу: <http://mns.gov.ua>
8. Кобзар О.М. Радіаційна безпека: питання теорії та практики як основа еколого-економічних досліджень / О.М. Кобзар, І.В. Шевченко // Механізм регулювання економіки, 2009. — № 2. — С. 30 — 37.
9. Досвід вивчення природної активності води питного та господарського водопостачання в Житомирській області : зб. тез доп. науково-практичної конф. «Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України», 24 — 25 квіт., 2003 р., Київ. — К., 2003. — Вип.5. — С. 20 — 21.
10. ГН 6.6.1.1-130-2006. «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr у продуктах харчування та питній воді. Державні гігієнічні нормативи».
11. Держані гігієнічні нормативи. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr у продуктах харчування та питній воді. (ДР-2006). — К., 2006. — 13 с.
12. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною : ДСанПіН 2.2.4-171-10. — [Чинний від 2010—05—12]. — К. : Ліга:Закон, 2010.
13. Вплив радіації на організми. — Режим доступу: <http://otherreferats.allbest.ru>
14. Польша О.О. Вроджені вади розвитку нервової системи на радіоактивно забруднених в результаті аварії на ЧАЕС і «чистих» територіях Житомирської області / [Польша О.О., Бенедичук Ю.В., Линчак Ю.В. та ін.] // Гігієна населених місць. — 2009. — № 53. — С. 374 — 379.