

А.І. Севальнев¹, М.І. Костенецький², А.В. Куцак¹, Л.П. Шаравара¹

ОБМЕЖЕННЯ ОПРОМІНЕННЯ ЛЮДИНИ ЗА РАХУНОК РАДОНУ В КОНТЕКСТІ ІСТОРИЧНОГО РОЗВИТКУ ЦЬОГО ПИТАННЯ

¹Запорізький державний медичний університет,

²Запорізька обласна санітарно-епідеміологічна станція

Ключові слова: обмеження опромінення людини, нормування радону.

Ключевые слова: ограничение облучения человека, нормирование радона.

Key words: limitation of human's irradiation, standartization of radon.

Визначено, що нормування радону в різних країнах схоже і багато в чому збігається з рекомендаціями міжнародних організацій, але кількісне значення нормативів, роль державних структур у вирішенні цієї проблеми суттєво різняться.

Установлено, що нормування радону в різних країнах схоже і во многом совпадает с рекомендаціями міжнародних організацій, але кількісне значення нормативів, роль державних структур у вирішенні цієї проблеми суттєво різняться.

It is ascertained that standartization of radon is similar to such standartization in different countries and coincides with recommendations of international organizations, but quantitative levels of norms, participation of state structures in settling of this problem differ significantly.

За останніми даними вітчизняних учених, в Україні доза опромінення населення за рахунок джерел природного походження складає 3,35 мЗв/рік, 72% якої зумовлені радоном і продуктами його розпаду [1]. Майже половина населення України має накопичену дозу близько 350–400 мЗв за життя, а 80% цієї дози належить до категорії, яку можна регулювати, що свідчить про можливість обмеження опромінення населення.

Враховуючи актуальність проблеми і те, що розвиток нормативної бази як основи радіаційної безпеки є найбільш важливим завданням у країні, проведено роботу з аналізу шляхів розвитку нормативної бази, що стосується опромінення за рахунок радону, та принципів теорії протирадіаційного захисту.

МЕТА РОБОТИ

Висвітлення особливості обмеження опромінення людини за рахунок радону в контексті історичного розвитку цього питання.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Медико-соціологічний метод – для отримання інформації, її аналізу й узагальнення з метою вибору раціональних рішень.

Аналітичний метод – аналіз шляхів розвитку нормативної бази в сфері радіаційної гігієни, що стосується опромінення за рахунок радону.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Необхідність обмеження опромінення людини джерелами іонізуючого опромінювання на міжнародному рівні вперше рекомендована в 1928 р. (рік створення Міжнародної комісії з захисту від рентгенівського випромінювання і радію). Методологічні основи обмеження опромінення від джерел природного походження, що створюють найбільші середні дози опромінення населення, вперше опубліковано 1984 року (Публікація 39 МКРЗ). У ній наведено рекомендовані значення рівнів втручання для

існуючої ситуації опромінення – 20 мЗв на рік (200 Бк·м⁻³ – еквівалентна рівноважна об'ємна активність (ЕРОА) радону) і так звана «верхня межа» для майбутніх ситуацій опромінення – 10 мЗв на рік (термін «верхня межа» в подальшому замінено поняттям «рівні дії»). Уперше зазначено, що радон є основним джерелом опромінення, одночасно підтверджено необхідність зменшення опромінення від джерел природної радіоактивності, що може бути класифіковано як кероване, і подано методологічні основи створення системи протирадіаційного захисту.

На початку 50-х років отримано інформацію, що підтвердила можливість виникнення канцерогенних і генетичних (тільки в експериментах на тваринах) ефектів при дозах опромінення, значно нижчих межових. Виникнення цих ефектів має стохастичний (імовірний) характер, а зі зростанням дози зростає частота їх проявів. Постульовано, що ця залежність має лінійний безпороговий характер, звідки виходить, що будь-який мінімальний рівень опромінення (наприклад, фонове випромінювання) може призвести до виникнення канцерогенних і генетичних ефектів.

1987 року вийшла Публікація 50 МКРЗ [3], присвячена проблемі захворювання на рак легенів від опромінення дочірніми продуктами радону (ДПР). Приведено нові значення переходу від активності до дози: 0,061 мЗв на рік на 1 Бк·м⁻³ ЕРОА радону-222; час перебування в будинку – 6000, в інших приміщеннях – 1500 і поза приміщеннями – 1300 год на рік; коефіцієнт рівноваги – 0,45.

У Публікації 60 МКРЗ [4] чіткіше розділено опромінення в ситуаціях практичної діяльності й втручання, опромінення населення на робочих місцях. Ці принципи знайшли продовження в Публікації 65 МКРЗ (1993 р.) [5], у якій автори відмовились від дозиметричних моделей розрахунку доз, застосувавши так званий «умовний дозовий перехід», в основу якого покладені дані епідеміологічних досліджень з захворювання на рак легенів серед шахтарів уранових копалин. Рекомендовано визначити



радононебезпечні зони як пріоритетні в плануванні дій щодо зменшення опромінення в масштабах країни.

У 65 Публікації встановлено підхід, згідно з яким на початку визначався верхній припустимий рівень ефективної дози від радону-222, що дорівнював 10 мЗв на рік. У випадку його перевищення заходи щодо зниження опромінення майже завжди будуть виправдані. Величина такої дози відповідає об'ємній активності радону в житлових приміщеннях 600 Бк/м³, а на робочих місцях – 1500 Бк/м³.

Регулюючі органи можуть проводити загальну оптимізацію захисту при дозах у діапазоні 3–10 мЗв на рік.

В останній Публікації №103 [6] МКРЗ зберегла верхнє значення референтного рівня індивідуальної дози, що дорівнює 10 мЗв, так само як і відповідні значення об'ємної активності, наведені в Публікації 65.

Вплив радону на робочому місці вищий від національного референтного рівня потрібно розглядати як частину професійного опромінення.

Національні органи влади мають періодично переглядати величини національних референтних рівнів щодо впливу радону, щоб підтримувати їх відповідність поставленим задачам оптимізації.

Політика різних країн світу в області оптимізації захисту від радону-222 хоч і спрямована на зменшення доз опромінення, але має певні відмінності (табл. 1).

Таблиця 1

Рівні дій для радону в різних країнах світу

Країна	Рівень дій для існуючих будівель, Бк·м ⁻³		Рівень дій для житла, що будується, Бк·м ⁻³	
	ОА	ЕРОА	ОА	ЕРОА
США	150	60*		
Велика Британія	200	80*	200	80*
Чехія	250	200		100
Німеччина	0	100*		
Австрія	400	160*	200	80*
Бельгія	150	60*		
Росія		200		100
Україна		100		50

Примітка: * – для порівняння значень об'ємну активність (ОА) радону приведено в значеннях ЕРОА, коефіцієнт рівноваги – 0,4.

У СРСР у 1976 році з'явився перший гігієнічний норматив, що стосувався вмісту природних радіонуклідів у будівельних матеріалах, розроблений спеціалістами Ленінградського НДІ радіаційної гігієни під керівництвом Е.М. Крисюка, в монографії якого [7] викладено особливості обґрунтування цього положення. Автор встановив, що ефективна питома активність природних радіонуклідів у будматеріалах знаходиться на рівні 370 Бк·кг⁻¹ (що дорівнює середній активності земної кори) створює дозу опромінення близько 1 мЗв·рік⁻¹. Проживання в будинках з такою концентрацією природних радіонуклідів у будівельних конструкціях створює дозу опромінення людей, що приблизно дорівнює дозі від природного гамма-фону. Цю активність прийнято як межу використання будматеріалу без обмежень. Будівельні матеріали з вищим значенням $C_{\text{эф}}$ дозволено використовувати

в будівництві доріг (до 740 Бк·м⁻³ у межах населених пунктів, а вище 740, але не більше 1850 Бк·м⁻³ – за межами населених пунктів).

У період 1950–1975 рр. у багатьох країнах світу почастішали випадки використання в будівництві промислових відходів, у т. ч. з високим вмістом природних радіонуклідів (наприклад, відходи уранової промисловості) [7]. Це створило проблему обмеження дози зовнішнього опромінення в житлі. В 1977 році в Канаді і США прийнято критерії з обмеження опромінення населення: при потужності дози $P_{\gamma} \geq 100$ мкР·год⁻¹ запроваджено здійснення захисних заходів, при $50 > P_{\gamma} < 100$ мкР·год⁻¹ – заходи рекомендовані, а при $P_{\gamma} \leq 50$ мкР·год⁻¹ – захисні заходи не є необхідними. Такий підхід реалізований і в Нормх радіаційної безпеки (НРБ-76/87).

В Україні в 1987 році фахівці НДІ загальної і комунальної гігієни ім. О.М. Марзєєва за участю фахівців Ленінградського НДІ радіаційної гігієни підготували методичні рекомендації [8], основним результатом використання яких у практиці було виявлення кар'єрів з видобутку щебеню з підвищеним вмістом природних радіонуклідів і припинення їх використання для будівництва житлових і громадських будівель (Орліковського Полтавської області, Токівського, Постепнянського, Мар'їнського, Усть-Кам'янського Дніпропетровської області і Березівського Житомирської області).

За відсутності в СРСР нормативів радону в повітрі приміщень, в Україні 1989 року розпочато роботи щодо створення вимірювальної бази (включаючи еталон радонової атмосфери). Паралельно проведено перші кілька сотень вимірів [9]. У 1990 році головний державний санітарний лікар УРСР інформує СЕС, що відповідно рекомендацій ВНЦРМ АМН СРСР встановлюється жорсткіший рівень контролю (в термінах НРБУ-97 – рівень дій) радону-100 Бк·м⁻³. Фактично це перший гігієнічний норматив радону на території України на основі результатів власних вимірювань.

У 1991 році в Україні видано республіканські будівельні норми (РБН-356-91), що встановлюють припустимі рівні радіаційних параметрів у будівництві й порядок проведення їх контролю [9]. Надалі Україна самостійно вела обґрунтування і виконання гігієнічних нормативів у цій сфері, найбільш вагомий документ – НРБУ-97 [10], де принципи, покладені в основу їх обґрунтування, повністю відповідають міжнародним рекомендаціям (табл. 2).

У НРБУ-97 передбачено розділення ситуацій опромінення на існуючі й майбутні, що дає можливість забезпечити зниження сумарних доз опромінення удвічі за рахунок введення деяких контрзаходів на етапі проектування будівель і обов'язкового поточного контролю природної радіоактивності будматеріалів.

Нині, в зв'язку зі змінами в міжнародному нормативному законодавстві, наукова спільнота чекає від національних органів регулювання нових нормативних документів, що базуються на останніх досягненнях світової науки, відображених у Публікаціях МКРЗ.

ВИСНОВКИ

Методичні основи обмеження опромінення людини за



Таблиця 2
Гігієнічні нормативи природних джерел випромінювання
в НРБУ-97 і відповідні дози опромінення

Джерело опромінення	Норматив	Доза опромінення, мЗв·рік ⁻¹
Потужність вимірюваної в повітрі ефективної дози	122пГр·с ⁻¹ (50 МКР·год ⁻¹)	1,88*
²²² Rn у повітрі приміщень	100 Бк·м ⁻³	4,3
²²⁰ Rn (торон) у повітрі приміщень	6 Бк·м ⁻³	1,7
²²² Rn у воді	100 Бк·л ⁻³	0,8
Уран у воді (...суміш)	1 Бк·л ⁻³	0,03
²²⁶ Ra у воді	1 Бк·л ⁻³	0,18
²²⁸ Ra у воді	1 Бк·л ⁻³	0,22
СУМА		9,11

Примітка: * – космічне випромінювання (0,38 мЗв·рік⁻¹) не враховано; час перебування в приміщенні – 7000 год на рік; коефіцієнт рівноваги для ²²²Rn в повітрі приміщень 0,4; об'єм води – 800 л на рік.

рахунок радону в різних країнах схожий й багато в чому збігаються з рекомендаціями міжнародних організацій, але кількісне значення нормативів і роль державних структур у вирішенні цієї проблеми суттєво різняться. Крім того, в 2007 році видано нову Публікацію 103 МКРЗ [6], що замінила Публікацію 60 МКРЗ «Радіаційний захист», рекомендації якої лежать в основі національних нормативів усіх країн, у тому числі й України. Остання Публікація 103 МКРЗ зберегла раніше запропоновані рівні дій для ЕРОА радону-222 у житлових приміщеннях – 600 Бк·м⁻³ та 1500 Бк·м⁻³ – на робочих місцях.

Прийняття нових рекомендацій МКРЗ має замінити міжнародну й національну нормативну базу [11] в цій сфері.

ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО НАУКОВОГО ПОШУКУ

З метою зниження радіаційного ризику за рахунок опромінення людини радоном пропонується впровадження національної протирадонової програми [12], зокрема:

- введення нової нормативної бази;

- створення передумов розвитку організацій для проведення вимірів радону в приміщеннях з подальшою реалізацією корегуючих заходів;
- інформування про радонову небезпеку і поширення знань про радонозахисні заходи серед населення: введення спеціального курсу до програми загальноосвітніх шкіл, залучення державних і громадських організацій, радіо- і телевізійних каналів;
- створення передумов для підтримки розвитку «радоностійких» будівельних технологій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Павленко Т.А. Існуючі дози опромінення населення України / Павленко Т.А., Лось І.П. // Ядерна та радіаційна безпека. – 2009. – Вип. 1, Т.12. – С. 18–22.
2. Принципы нормирования облучения населения от естественных источников ионизирующих излучений. – Публикация 39 МКРЗ. – М., Энергоатомиздат, 1986.
3. Риск заболівання раком легких от воздействия дочерних продуктов распада радона в помещениях. – Публикация 50 МКРЗ. – М., Энергоатомиздат, 1992.
4. Radiation Protection. – ICRP Publication 60. – Pergamon Press, 1991.
5. Защита от радона-222 в жилых зданиях и на рабочих местах. – Публикация МКРЗ №65. – М., Энергоатомиздат, 1995.
6. ICRP. – Publication 103. Recommendation of the International Commission on Radiological Protection. – Annals of the ICRP, 2007.
7. Крисюк Э.М. Радиационный фон помещений / Крисюк Э.М. – М., Энергоатомиздат, 1987.
8. Радиационно-гигиеническая оценка строительных материалов, используемых в гражданском строительстве УССР: Метод. реком. – К., 1987.
9. Республіканські будівельні норми. Положення про радіаційний контроль на об'єктах будівництва та підприємництва будіндустрії і будматеріалів України. РБН-356/91 // Держбуд України. – К., 1991.
10. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). – Київ: Відділ поліграфії Українського центру держсанепіднагляду МОЗ України, 1998.
11. Тарасюк О.Є. Наукове обґрунтування оптимальних обсягів нормативної бази в галузі радіаційної гігієни: автореф. дис. ... к. мед. н. / Тарасюк О.Є. – К., 2010. – 20 с.
12. Лось І.П. Огляд протирадонових програм різних країн / Лось І.П., Павленко Т.О., Осадча О.М. // Гігієна населених міст. – Вип. 36, Ч. I. – К., 2000. – С. 173–180.

Відомості про авторів:

Севальнев А.І., к. мед. н., доцент, зав. каф. загальної гігієни та екології ЗДМУ.

Костенецький М.І., к. мед. н., зав. радіологічного відділу Запорізької обласної санітарно-епідеміологічної станції.

Куцак А.В., асистент каф. загальної гігієни та екології ЗДМУ.

Шаравара Л.П., асистент каф. загальної гігієни та екології ЗДМУ.

Адреса для листування:

Севальнев А.І. 69035, м. Запоріжжя, пр. Маяковського 26, ЗДМУ, каф. загальної гігієни та екології.

Тел.: (061) 233 70 97.

Рецензент: проф. В.В. Сыволоп
Поступила в редакцию 12.11.2010 г.