

РАДІАЦІЙНА ГІГІЄНА

УДК 614.876:613.55:546.296

РАДІАЦІЙНИЙ ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ: ВИМОГИ ДО ОБМЕЖЕННЯ ОПРОМІНЕННЯ ПРИРОДНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ

Павленко Т.О.

ДУ "Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України", м. Київ

Вступ. Одним з нововведень міжнародних стандартів радіаційної безпеки (BSS, р.3, 2014) є вимоги до обмеження опромінення техногенно-підсиленими джерелами природного походження (NORM у англійській аббревіатурі) населення та працівників на робочих місцях [1]. Нові стандарти запроваджують референтні рівні для радону в повітрі житлових будинків та на робочих місцях, контроль будівельних матеріалів, встановлюють вимоги до вмісту природних радіонуклідів (ПРН) у відходах промислових підприємств з видобутку та переробки корисних копалин.

Україна має багаторічний досвід контролю цих джерел у більшості окреслених документом сценаріях опромінення, проте, є і певні відмінності, які вимагають корекції діючої нормативної бази.

Метою даної статті є аналіз відповідності вітчизняної нормативної бази міжнародним стандартам з радіаційної безпеки щодо опромінення населення техногенно-підсиленими джерелами природного походження (ТПДПП).

Результати дослідження та їх аналіз. Аналіз міжнародних рекомендацій окреслив концептуальні вимоги до обмеження опромінення ТПДПП, які стисло формулюються наступним чином:

- всі можливі сценарії опромінення мають бути розділені на існуючі та заплановані [2];
- стосовно природних джерел опромінення рекомендується впроваджувати "гнучкий регулюючий контроль" [3];

- рекомендується встановити національні нормативи, які не перевищують референтні рівні щодо обмеження опромінення окремими джерелами [4,5];
- кожна країна повинна мати план дій щодо зменшення рівнів радону в повітрі будинків та на робочих місцях [1,6].

Порівняємо ці вимоги з діючою нормативно-правовою базою та практикою радіаційного захисту в Україні.

Найважливішим принципом обмеження опромінення природними джерелами є розподіл ситуацій на існуючі та заплановані. Такий підхід дозволяє на стадії планування здійснювати радіаційний контроль та оптимізувати витрати, коригуючи заходи.

Найбільш показовим прикладом доцільності такого підходу є впровадження у 70-ті роки минулого століття нормативу для будівельної мінеральної сировини та будівельних матеріалів. Радіаційний контроль вмісту ПРН у продукції кар'єрів щебеню, піску, глини дозволив виключити з використання для житлового будівництва ті з них, у яких величина ефективної питомої активності ПРН перевищує $370 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$. Іншими словами, нові споруди, що побудовані з будівельних матеріалів, які мають ефективні питомі активності менші за цю величину, забезпечують неперевикнення потужності поглинутої дози зовнішнього гамма-випромінювання $30 \text{ мкР}\cdot\text{год}^{-1}$ [7]. Якщо порівнювати цю величину з нормативом для будинків, які вже експлуатуються, $50 \text{ мкР}\cdot\text{год}^{-1}$, економія у одиницях ефективної дози сьогодні складає порядку $1 \text{ мЗв}\cdot\text{рік}^{-1}$.

Розподіл ситуацій на існуючі та майбутні дозволив реалізувати систему гнучкого регулюючого контролю на практиці – ввести жорсткі регламенти: "рівні обов'язкових дій" для добре керованих ситуацій, тобто для попередження додаткового опромінення, і більш доцільний регламент для існуючої ситуації – "рівень дій" [7]. Впровадження гнучких нормативів дозволяє також, певною мірою, згладити протиріччя у дотриманні окремих статей Конституції України та законів щодо захисту здоров'я людини. Наприклад, з одного боку, Конституція гарантує невтручання в приватне життя людини, з іншого, – гарантує захист її здоров'я. Проте окремі заходи профілактики захворюваності або попередження опромінення людини можуть передбачати втручання в життя людини всупереч її бажанню, особливо, коли йдеться про її життя.

Якщо зважати, що більше 80% ефективної дози (ЕД) від ТПДПП українське населення отримує у власних будинках, то відповідні заходи по зменшенню існуючих доз опромінення завжди будуть пов'язані з поінформованістю місцевих громад щодо радіаційних ризиків для власного здоров'я. Проте, починаючи з розробки проекту будинку і до моменту пуску його в експлуатацію, є юридичні особи, які відповідають за рівень безпеки: проектна організація, забудовник та інш.

Впровадження радіаційно-гігієнічних регламентів на цій стадії (і, в першу чергу, це стосується багатопверхових будинків та споруд, де в подальшому співвласниками можуть бути кілька сотень родин або юридичних осіб) потребує менше витрат на коригувальні дії, які можуть бути застосовані ще на стадії проектування, або контролю ТПДПП при прийомі будинку в експлуатацію. Наприклад, за оцінками фахівців, реалізація контрзаходів по зменшенню активностей радону у повітрі приміщень на стадії проектування будинку коштує порядку 3% від вартості реалізації протирадонових заходів у будинку, який вже експлуатується [8].

Наступна вимога до обмеження опромінення ТПДПП – неперевикнення референтного рівня $300 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$. Якщо аналізувати нову систему радіологічного захисту МКРЗ [9], то "референтні рівні" для окремих джерел

випромінювання (наприклад, радону в повітрі приміщень), які рекомендовано замість "рівнів дій" Публікації 60 [1], за абсолютною величиною від них не відрізняються. Традиційно із всіх ТПДПП Комісія звертає увагу тільки на радон-222 у повітрі приміщень. Це, в першу чергу, пов'язано з економічними чинниками та організацією системи радіаційного контролю у країнах Європейської Співдружності, США та інших розвинутих країнах. Наприклад, вимоги до обмеження вмісту ПРН у будівельних матеріалах та будівельній мінеральній сировині у більшості країн раніше не застосовувалися, бо всі міжнародні документи з радіологічного захисту населення, які не належать до регламентів радіаційної безпеки в ситуації "практичної діяльності", носили тільки рекомендаційний характер, а питання про їх застосування вноситься на розгляд національних регулюючих органів. Таким чином, впровадження того чи іншого нормативу на національному рівні залежить, у першу чергу, від соціальних та економічних умов та відношення громадськості до впливу конкретного джерела на здоров'я, обізнаності щодо радіаційних ризиків тощо. Підходи до обмеження цього джерела опромінення населення залишилися ті ж самі, які були запропоновані у 1995 році в Публікації 65 [2].

МКРЗ запропонувала ще два референтних рівня для опромінення ПРН: $1 \text{ мЗв}\cdot\text{рік}^{-1}$ як величину, нижче якої "втручання" завжди не виправдане, та $100 \text{ мЗв}\cdot\text{рік}^{-1}$ – дозу опромінення, коли "втручання" завжди обґрунтоване. В залежності від ситуації опромінення Комісія пропонує також діапазон сумарних доз опромінення від $1 \text{ мЗв}\cdot\text{рік}^{-1}$ до $20 \text{ мЗв}\cdot\text{рік}^{-1}$ як референтні рівні для процедур виправданості "втручання" та процедур оптимізації контрзаходів.

Для радону-222 в повітрі приміщень нові стандарти застосували перехід до референтних рівнів, виражених у об'ємних активностях (ОА) радону. Об'ємна активність радону відрізняється від його еквівалентної рівноважної об'ємної активності (ЕРОА) величиною коефіцієнта рівноваги, тобто відношенням активності радону до активності його дочірніх продуктів розпаду (ДПР) [1]. У більшості країн для радіологічного контролю радону застосовується саме контроль ОА ра-

дону (в англійському варіанті – концентрації радону чи газу радону). В першу чергу, це пов'язано зі складністю реалізації інтегральних вимірювань ДПР радону та високою їх вартістю. Крім того, ці вимірювання вимагають високих професійних знань фахівців. Існують також певні труднощі калібровки трекових та електретних детекторів, які застосовуються для цих вимірювань. Визначення ЕРОА радону, як правило, проводять у наукових підрозділах, але для практичних служб контролю вони методично досить складні. Тому у більшості лабораторій радіаційного контролю вимірюють саме ОА радону, а потім застосовують рекомендований МКРЗ коефіцієнт рівноваги 0,4 [2] і перераховують виміряні величини у ЕРОА. Така усталена практика радіаційного контролю радону в багатьох країнах привела до визнання необхідності спрощення цієї процедури, і за референтний рівень було обрано саме ОА радону, тобто величину, яку простіше вимірювати.

В Нормях радіаційної безпеки України (НРБУ-97) для контролю радону застосовується ЕРОА радону [7]. В новій версії цього документа було б доречно перейти до контролю ОА, проте, вже сьогодні можна передбачати, що виникнуть певні труднощі впровадження цієї величини у практику. По-перше, в Україні контроль ЕРОА радону у повітрі приміщень проводиться з 1991 року (для більшості країн Європи цей норматив було впроваджено тільки з 2000 року). Окрім того, більшість відомчих служб, які стикаються з необхідністю контролювати радон (наприклад, будівельники) вже звикли до цієї величини. По-друге, велику роль відіграє психологічний фактор – номінальна цифра нормативу для ОА радону буде більша за відповідну величину для ЕРОА. Наприклад, рівень дій для ЕРОА радону у повітрі житлових приміщень становить $100 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$, відповідна величина для ОА дорівнює $250 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$, відповідно рівень обов'язкових дій для ЕРОА радону $50 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ для ОА радону – дорівнює $125 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$. Щодо референтних рівнів, які впроваджені для будівельних матеріалів, то діючі нормативи повністю відповідають сучасним вимогам і не вимагають додаткової корекції.

Сучасна система радіаційного захисту запроваджує також референтний рівень для опромінення працівників на робочих місцях ($1000 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$), які не пов'язані з технологічними процесами, де опромінення радоном є невід'ємною частиною виробництва (наприклад, уранові та неуранові шахти тощо). Мова йде про офісні приміщення та інші специфічні робочі місця, де джерело надходження радону в приміщення не відрізняється від житлових будинків. Опромінення на робочих місцях буде темою окремою статті.

Не менш вагомим принципом системи протирадіаційного захисту населення є принцип "реалізованості" нормативу. Цей принцип базується на виконанні трьох основних вимог, а саме: наявності вимірювальних приладів відповідного класу; наявності системи гарантій якості вимірювань, яка містить метрологічне та методичне забезпечення робіт; а також запровадження порядку проведення процедур звірення для установ, які здійснюють радіологічний контроль чи радіаційний моніторинг джерела. Останні дві вимоги є необхідною умовою для створення єдиного інформаційного простору та систем аналізу даних для підтримки прийняття рішень регулюючими органами країни щодо радіаційних ризиків, необхідності втручання в окремих ситуаціях опромінення.

Необхідно зазначити, що існують специфічні вимоги до приладів та методик вимірювання окремих джерел, які значною мірою залежать від сценарію опромінення. Наприклад, для радону у повітрі приміщень нормується середньорічна величина, яка є інтегральною функцією активностей радону у повітрі приміщення та враховує середньодобову та сезонну варіабельність рівнів радону. Ці закономірності вимагають застосування інтегральних методів вимірювання та відповідного апаратурного забезпечення, тобто методів та приладів, які можуть усереднити дані щодо активностей радону за період від 7–10 діб до півроку. До того ж, якщо не будуть виконуватися специфічні вимоги до умов експонування радонетрів, вимірювання по суті не має сенсу. Проте сьогодні в Україні є в наявності три десятки різних типів вимірювальних приладів, які визначають миттєві ОА радону у повітрі або його ДПР. Ці прилади можна використовувати

тільки як індикаторні (варіабельність рівнів радону у приміщеннях становить порядки) або для пошуку джерел надходження радону в повітря приміщення.

Ще одна не менш важлива проблема останніх років пов'язана з низьким рівнем знань персоналу лабораторій, які проводять вимірювання. На ринку послуг з радіаційного контролю з'явилося багато державних та приватних фірм, які ніколи до того не займалися вимірюванням рівнів випромінювання від ТПДПП і не знають основ дозиметрії цих джерел. Сьогодні ці установи одержують дозвіл та статус "вимірювальної лабораторії" у відповідності до закону "Про метрологію та метрологічну діяльність" (система ліцензування діяльності Держспоживстандарту). Вимоги метрологів для атестації лабораторії стосуються тільки технічних аспектів вимірювань (похибка вимірювання, чутливість приладу, його мінімально детектована активність, точність вимірювань тощо). Вимагається також відповідність оснащення лабора-

торії вимогам стандарту ISO 2000 (стандарт містить вимоги до приміщень, приладів, процедур вимірювань, оформлення документації тощо). Проте в цих документах і стандартах відсутня та невід'ємна, специфічна частина вимог до вимірювань, яка визначає коректність отримання результату відповідно до вимог діючої нормативної бази. Наприклад, умови проведення вимірювання, підготовча частина вимірювань (відбір проб, сезон проведення вимірювань, час експозиції) тощо. Таким чином, діюча система атестації лабораторій не гарантує коректного результату вимірювання того чи іншого джерела.

Таким чином, існуюча система акредитації є необхідною, але недостатньою передумовою для якісного проведення вимірювань. Для підтвердження кваліфікації дозиметристів необхідним є впровадження процедур звірення, які є невід'ємною частиною оцінки будь-якої лабораторії у ЄС та інших країнах.

Висновки

1. Існуюча нормативно-правова база щодо обмеження опромінення ТПДПП потребує перегляду і модернізації. Проте кількісні значення діючих нормативів не перевищують значення референтних рівнів міжнародних стандартів і вимог директив Євратому.

2. В існуючих документах відсутні вимоги до обмеження опромінення на робочих місцях (за винятком уранових шахт), а також вимоги до вмісту природних джерел у відходах/залишках технологічних процесів, пов'язаних з видобутком та переробкою корисних копалин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. Vienna : IAEA, 2014. – 436 p. (General Safety Requirements ; No. GSR Part 3).
2. Публикация №65 МКРЗ. Защита от радона-222 в жилых помещениях и на рабочих местах. М. : Энергоатомиздат, 1995. 78 с.
3. ICRP Publication 60. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. New York : Pergamon Press, 1991. – 136 p. – (Annals of the ICRP. 1991. – Vol.21, – №1-3).
4. ICRP Publication 115. Lung Cancer Risk from Radon and Progeny and Statement on Radon. Annals of the ICRP. 2010, – Vol.40(1). – 64 p.
5. ICRP Publication 126. Radiological Protection against Radon Exposure. Annals of the ICRP. 2014. – Vol.43(3). – 73 p.
6. Council Directive 2013/59/EURATOM of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation, and repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom. Official Journal of the European Union (II (Non-legislative acts)). 17.1.2014. 73 p. Режим доступу : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2014:013:0001:0073:EN:PDF> (дата звернення: 14.11.2018).

7. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97) : ДГН 6.6.1.-6.5.001-98 / Комітет з питань гігієнічного регламентування МОЗ України. Офіц. вид. – К., 1998. – 135 с. (Державні гігієнічні нормативи).
8. Clavensjo B., Akerblom G. Radon book. Measures against radon. Stockholm : Formas, 2007. – 140 p.
9. ICRP Publication 103. Radiological protection (2008) Режим доступу : <http://www.sciencedirect.com/science/journal/01466453> (дата звернення: 14.11.2018).

**РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ: ТРЕБОВАНИЯ
К ОГРАНИЧЕНИЮ ОБЛУЧЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫМИ ИСТОЧНИКАМИ**

Павленко Т.А.

Статья содержит анализ украинской нормативно-правовой базы по ограничению облучения населения техногенно-усиленными источниками естественного происхождения в контексте требований международных стандартов безопасности.

**RADIATION PROTECTION OF PUBLIC: REQUIREMENTS
FOR LIMITATION OF NATURAL RADIOACTIVITY RESOURCES**

T. Pavlenko

The article contains analysis of the Ukrainian regulatory framework for limiting exposure of public to NORM in the context of the international safety standards requirements.

УДК 614.876:613.55:546.296

**КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ СТВОРЕННЯ ПЛАНУ ДІЙ
ЩОДО ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ ВІД РАДОНУ
(огляд міжнародних вимог)**

Аксьонов М.В., Фризюк М.А., Тарасюк О.Є.

ДУ "Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України", м. Київ

Вступ. Радон у повітрі приміщень визнається у світі важливим фактором ризику для здоров'я людини. Новітні результати епідеміологічних досліджень свідчать про статистично значуще підвищення ризику раку легенів в результаті тривалого впливу випромінювання радону всередині приміщень з рівнями порядку $100 \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3}$ [1-3]. З аналізу результатів цих досліджень було встановлено, що від 3% до 14% випадків раку легенів обумовлено опроміненням населення радоном в житлі і на кожні додаткові $100 \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3}$ при хронічному опроміненні впродовж 30 років ризик реалізації раку (імовірність легеневих онкологічних захворювань) збільшується в середньому на 10% та прямо залежить від середнього рівня об'ємної активності (ОА) радону в повітрі [4,5].

Ще декілька епідеміологічних досліджень підтвердили значущість біологічного ризику впливу радону-222 навіть при відносно помірних рівнях ОА [6].

Усе це визначає значущість радонової проблеми на національних рівнях, що було відображено у міжнародних нормативно-правових документах. Так, Міжнародне агентство з атомної енергії (МАГАТЕ) у одному з документів "Серія норм з безпеки" встановлює вимоги: "Уряд повинен створити ефективну систему захисних заходів для зменшення надмірних радіаційних ризиків, пов'язаних з нерегульованими джерелами (природного або штучного походження), а також забруднення від минулої діяльності або по-