

Щербінін Л.Г., к.т.н., доцент,
orcid.org/0000-0001-5970-5185, leonid7771946@gmail.com;

Дикань С.А., к.т.н., доцент,
orcid.org/0000-0002-8974-0026, sdikan@ukr.net;

Дегтярьов В.Л., ст. викладач, orcid.org/0000-0003-4446-1098, werd17werd17@gmail.com
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

***Анотація.** Показана актуальність проблеми радіаційної безпеки будівель для населення України. Доведено, що основним дозоформуєчим джерелом хронічного опромінення населення в Україні є радон у повітрі приміщень. Розглянуто вплив радону на здоров'я населення. Наведені радіаційно-гігієнічні регламенти, щодо моніторингу радону в повітрі приміщень, вмісту радіонуклідів у будівельних матеріалах. Пропонуються конструктивні способи зменшення радонової небезпеки в будівлях.*

***Ключові слова.** Радон, радіаційна безпека, радіонукліди, доза опромінення.*

Shcherbinin L.G., Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
orcid.org/0000-0001-5970-5185, leonid7771946@gmail.com;

Dykan S.A., Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
orcid.org/0000-0002-8974-0026, sdikan@ukr.net;

Degtyaryov V.L., Senior Lecturer,
orcid.org/0000-0003-4446-1098, werd17werd17@gmail.com
Poltava National Technical University

CONCEPTUAL ASPECTS OF PROVIDING RADIATION SAFETY OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS

***Abstract.** The article argues the topicality of the problem of buildings radiation safety for the Ukrainian citizens. It is proved that the main dose-forming source of chronic exposure in Ukraine is radon in the air of the premises. The influence of radon on the health of the population is considered. Radiation and hygiene regulations for monitoring radon in indoor air and the content of radionuclides in building materials are indicated. Constructive ways to reduce radon hazard in buildings are proposed.*

***Keywords.** Radon, radiation safety, radionuclides, radiation dose.*

Актуальність теми. Відомо, що людина протягом 70..80% свого життя проводить у будівлях, і тому радіаційний фактор житлових приміщень є одним із найбільш значимих складових у формуванні здоров'я людини. В Україні проблема опромінення населення радоном, який переважно міститься у великих концентраціях саме в будівлях, особливо актуальна, оскільки більшість території нашої держави знаходиться на кристалічному радіоактивному щиті, що за своєю за потужністю порівнюється зі Скандинавським. Щороку від раку легенів, заподіяних дією радону, в Україні помирає близько 6 тисяч осіб. Прямі збитки для країни за рахунок неучасті померлих осіб у створенні валового внутрішнього продукту оцінюються у 0,5 мільярда гривень на рік, непрямі збитки – 6...30 мільярдів гривень на рік [1].

Мета роботи – дослідити ефективні методи забезпечення радіаційної безпеки житлових та громадських будівель в Україні та оцінити ризик опромінення людини при знаходженні в будинках.

Основні результати дослідження. За існуючих неаварійних умов в Україні має місце хронічне (продлонговане) опромінення населення, яке відбувається постійно, протягом тривалого часу малими дозами радіації. Така ситуація зумовлює прояв стохастичних (або імовірнісних) радіаційних ефектів. Вони не мають порогу, тобто як

завгодно мала доза може призводити до розвитку негативних станів здоров'я населення. Тому для цього виду ефектів оперують поняттям радіаційного ризику [2].

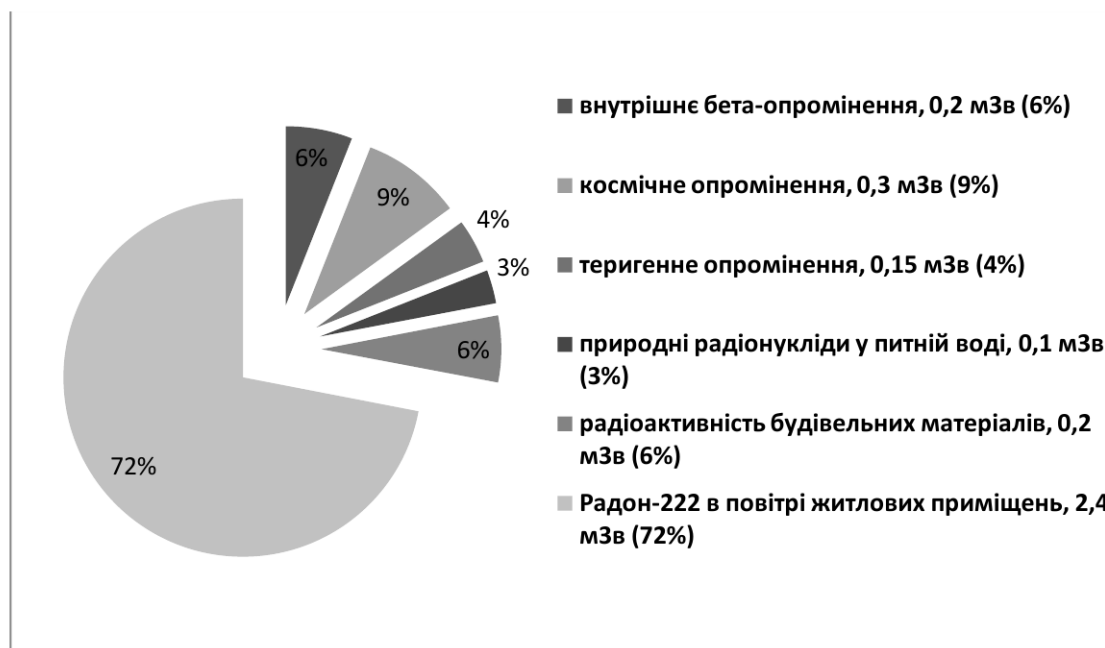


Рис. 1. Структура та величина середньорічних ефективних доз опромінення населення України від джерел природного походження

Встановлено [3], що серед природних джерел радіоактивного опромінення населення меншість (19%) становить *некерована компонента* (внутрішнє бета-опромінення, космічне і теригенне опромінення). Решту (81%) складають техногенно-підсилені джерела природного походження (природні радіонукліди у питній воді, радіоактивність будівельних матеріалів, радон у повітрі приміщень), які відносяться до *керованої компоненти* опромінення.

Радон – це газ, який утворюється при радіоактивному розпаді природних радіонуклідів уранового ряду. Розпадаючись, Радон-222 утворює короткоживучі дочірні продукти розпаду (ДПР) – Полоній, Свинець, Вісмут, які, приєднуючись до часток пилу чи вологи, утворюють радіоактивний аерозоль. Потрапляючи у легені, радіоактивний аерозоль, через малий період напіврозпаду ДПР Радону-222, опромінює бронхіальний епітелій, що приводить до відносно високих доз опромінення, які можуть бути причиною додаткового ризику захворювань на рак легенів.

Апробація і впровадження результатів дослідження. За даними обстеження житлового фонду окремих регіонів України (28 тисяч будинків) ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О. М. Марзєєва НАМНУ», середньозважена за окремими областями середньорічна ефективна доза опромінення населення від Радону становить 2,4 мЗв/рік, для сільського населення ця величина майже вдвічі більше і складає 4,1 мЗв/рік. Доведено, що для окремих регіонів дози від Радону змінюються в досить широких межах від 1,2 мЗв/рік до 4,3 мЗв/рік, а індивідуальні дози населення можуть перевищувати дозовий ліміт для професіоналів категорії А (20 мЗв/рік) [4]. Ризик смертності від раку легенів, що обумовлений опроміненням Радон-222 в повітрі приміщень, становить $1,32 \cdot 10^{-4}$ 1/рік. За Міжнародною шкалою ризиків смертельних небезпек – це високий ризик [1].

З метою зменшення *керованої компоненти* опромінення населення в Норми радіаційної безпеки України [5] введено групу радіаційно-гігієнічних регламентів, які містять нормативи щодо обмеження радону в повітрі приміщень, вмісту природних радіонуклідів у будівельних матеріалах та питній воді, та вимоги контролю цих джерел.

Норми радіаційної безпеки України вимагають, щоб еквівалентна рівноважна об'ємна активність радону в повітрі (ЕРОА) для існуючих будинків не перевищувала

100 Бк/м³. Для нових будинків, дитячих закладів та лікарень ця величина має становити 50 Бк/м³. Щодо безпосереднього вимірювання вмісту радону, НРБУ-97, як і нормативні документи інших країн світу, вимагають проводити вимірювання тільки інтегральними методами [5]. Ця вимога є дуже важливою, оскільки рівні Радону в повітрі однієї квартири чи будинку можуть змінюватися у 100 разів упродовж однієї доби.

Існують методи радіаційного контролю, застосування яких у будівництві регламентовано Державними будівельними нормами [6]. Вони використовуються на підприємствах промисловості будівельних матеріалів, які виробляють (добувають) сировину, будівельні матеріали, конструкції та вироби, а також у будівельних організаціях, що споживають продукцію підприємств і будують об'єкти різноманітного призначення.

Відповідно до Державних будівельних норм України [6] регламентованими радіаційними параметрами в будівництві є:

- ефективна сумарна питома активність природних радіонуклідів (ПРН) радію-226, торію-232, калію-40 в сировині та будівельних матеріалах (Бк/кг), що визначається з виразу:

$$A = A_{Ra} + 1,31A_{Th} + 0,085A_K;$$

- де A_{Ra} , A_{Th} , A_K – питома активність Радію-226, Торію-232, Калію-40 відповідно;

- 1,31 і 0,085 – вагові коефіцієнти для Торію-232 і Калію-40 по відношенню до Радію-226;

- потужність поглиненої дози (ППД) зовнішнього гамма-випромінювання в повітрі приміщень (мкГр/год);

- середньорічна еквівалентна рівноважна концентрація (ЕРК) Радону-222 (Бк/м³).

Висновки. З урахуванням факторів, що впливають на величину ЕРОА Радону-222 в повітрі приміщень, пропонуються такі методи зменшення радононебезпеки: 1) формування архітектурно-планувальної структури з урахуванням ландшафтних умов забудови; 2) герметизація перекриттів під підлогою; 3) створення підвищеного тиску в приміщеннях; 4) вентиляція під підлогою; 5) зменшення тиску в підвалі.

Література

1. Смирнов В.А., Дикань С.А. *Безпека життєдіяльності. Університетський курс [Текст]: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл./ В.А. Смирнов, С.А. Дикань. – Вид. 2-ге, перероб. і доп. – Полтава: ТОВ «АСМІ», 2014. - 349 с.*
2. Dykan Sergiy, Zyma Oleksandr. *Estimation of natural and technological risk for human./ II International Scientific and Practical Conference "International Trends in Science and Technology". Open Access Peer-reviewed Journal Science Review 3(10), March 2018 Vol.2, p. 31-33.*
3. *Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2016 році. Електронний доступ: <http://www.dsns.gov.ua/ua/Analitichniy-oglyad-stanu-tehnogennoyi-ta-prirodnoyi-bezpeki-v-Ukrayini-za-2015-rik.html>*
4. Константинов М.П., Журбенко О.А. *Радіаційна безпека: Навчальний посібник. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2003. – 151 с.*
5. *Норми радіаційної безпеки України НРБУ-97/Д 2000. Електронний доступ: http://radatlas.isgeo.com.ua/Norms_laws/Norms/Norm5/Nrsu_97d_2000/Title.htm*
6. *ДБН В.1.4-0.01-97 "Система норм і правил зниження рівня іонізуючого випромінювання ПРН у будівництві. Основні положення". Електронний доступ: <http://profidom.com.ua/v-1/v-1-4/1283-dbn-v-1-4-0-01-97>*