

Донченко І. М.
здобувач вищої освіти освітнього рівня «магістр»
спеціальності 101 «Екологія»
Науковий керівник: Шелест З. М.
к.б.н., доцент, доцент кафедри наук про Землю
Державний університет «Житомирська політехніка»

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ РАДІАЦІЙНОГО ФОНУ В ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ

Радіоактивність – природне явище, яке є важливим абіотичним фактором, що впливає на розвиток біоти. В той же час, певні аспекти діяльності людини здатні збільшити рівень радіаційного фону, тому в наш час говорять про поєднання природного і техногенного фону. За НРБ-97 (Норми радіаційної безпеки України) для населення (категорія В) встановлено ліміти доз опромінення від радіаційних джерел у 1 мЗв-на рік. Крім того, сумарна доза, яку отримує населення України від різних джерел неаварійного опромінення, включає природний фон (2 мЗв), медичну рентгенодіагностику (1,5 мЗв), опромінення від будівельних матеріалів та інших техногенно-підсилених джерел нерадіаційного походження (1,0 мЗв). Вимоги до радіаційно-санітарного стану приміщень регламентуються наказом МОЗ України №54 від 02.02.2005 «Про затвердження санітарних правил «Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України», а процедура оцінки – ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 «Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва».

Для виробництва будівельних матеріалів використовуються гірські породи всіх генетичних типів. Але, незалежно від походження, всі вони містять природні радіоактивні елементи і характеризуються радіоактивністю. Основними дозоутворюючими радіонуклідами, що формують радіоактивний фон будівель, є ^{238}U , ^{232}Th і ^{40}K . Це довгоживучі радіонукліди, періоди напіврозпаду яких перевищують геологічний вік Землі. Важливою особливістю радіонуклідів урану і торію є те, що їх перетворення в стабільні ізотопи проходить у вигляді ланцюга ядерних перетворень. Проміжні радіонукліди, які при цьому утворюються, мають різні періоди напіврозпаду і різну рухливість у навколишньому середовищі. Найважливішими дочірніми радіонуклідами родин урану і торію є ізотопи радію і радону. Ці радіонукліди є дочірніми ізотопами урану і торію, тому завжди їх супроводжують. Радій – лужноземельний метал з високою розчинністю сполук, а радон – інертний газ, здатний накопичуватись у повітрі закритих приміщень. Про безпеку радону свідчить те, що його внесок у опромінення людини від природного радіаційного фону становить приблизно 50%. Особливу небезпеку становить продукт розпаду ^{226}Ra – ^{222}Rn . Це альфа-випромінювач з періодом напіврозпаду 3,8 доби, що робить його надзвичайно небезпечним для здоров'я людини.

Для дозиметрії альфа-випромінювачів потрібні спеціальні методичні підходи, які значно ускладнюють їх санітарно-гігієнічне нормування. Але серед радіонуклідів, які формують природну радіоактивність будівельних матеріалів, є гамма і бета-випромінювачі (^{40}K , ^{226}Ra тощо). Враховуючи те, що співвідношення різних радіонуклідів у гірських породах відносно постійне, визначення еквівалентної дози у приміщеннях дозволяє скласти загальне уявлення про рівень радіаційної безпеки. Дослідження потужності радіоактивного випромінювання в житлових будинках м. Житомира проводилося шляхом вимірювання потужності еквівалентної дози гамма і бета випромінювання за допомогою радіометра-дозиметра МКС-05 «ТЕРРА - П». Обстеження проводилося в 14 цегляних та 17 панельних будинках. Схема дослідження включала трьохкратне визначення потужності еквівалентної дози в трьох під'їздах в підвальному приміщенні, на першому і третьому поверхах. Середнє значення та похибка вимірювання розраховувалось для узагальнених даних по окремому поверху в межах одного будинку.

Усереднені результати для кожного цегляного будинку наведено в табл. 1, а для панельного – в табл. 2. Результати вимірювання свідчать про те, що значення еквівалентної дози в житлових будинках коливається від 0,09 мкЗв/год до 0,187 мкЗв/год (для цегляних 0,09 – 0,166 мкЗв/год, для панельних 0,106 – 0,187 мкЗв/год) і знаходиться в межах санітарної норми, яка дорівнює, відповідно до НРБУ-97, 0,30 мкЗв/год. Середні значення еквівалентної дози в панельних будинках становить $132 \pm 0,04$ мкЗв/год і перевищує таку у цегляних будинках на 3,9% ($0,127 \pm 0,03$ мкЗв/год). Дисперсійний аналіз засвідчив, що ця різниця не є суттєвою ($F_f = 1,18 < F_k = 1,64$). Порівняння середніх значень потужності еквівалентної дози свідчить про те, що максимальна величина показника фіксується в підвальних приміщеннях. Для панельних будинків вона на 16% вища, ніж для цегляних (відповідно, $0,150 \pm 0,01$ мкЗв/год і $0,129 \pm 0,02$ мкЗв/год). Відмічена різниця статистично достовірна ($F_f = 15,18 > F_k = 1,47$). Встановлена відмінність цілком закономірна і пояснюється відмінностями у походженні будівельних матеріалів. При виробництві бетонів використовується гранітний щебінь, а при виробництві цегли – глини, які характеризуються меншим вмістом природних радіонуклідів.

Таблиця 1.

Результати вимірювання еквівалентної дози в цегляних будинках (мкЗв/год)

№ точки	Підвал	1 поверх	3 поверх
1	0,102 ± 0,01	0,116 ± 0,01	0,106 ± 0,01
2	0,160 ± 0,01	0,150 ± 0,01	0,140 ± 0,01
3	0,117 ± 0,01	0,122 ± 0,01	0,120 ± 0,01
4	0,122 ± 0,01	0,130 ± 0,01	0,134 ± 0,01
5	0,139 ± 0,01	0,137 ± 0,01	0,111 ± 0,01
6	0,131 ± 0,01	0,114 ± 0,01	0,107 ± 0,01
7	0,164 ± 0,01	0,166 ± 0,01	0,143 ± 0,01
8	0,131 ± 0,01	0,127 ± 0,01	0,139 ± 0,01
9	0,140 ± 0,01	0,151 ± 0,01	0,139 ± 0,01
10	0,137 ± 0,01	0,147 ± 0,01	0,128 ± 0,01
11	0,136 ± 0,01	0,133 ± 0,01	0,117 ± 0,01
12	0,111 ± 0,01	0,106 ± 0,01	0,106 ± 0,01
13	0,102 ± 0,01	0,114 ± 0,01	0,112 ± 0,01
14	0,118 ± 0,01	0,101 ± 0,01	0,090 ± 0,01

Таблиця 2.

Результати вимірювання в панельних будинках (мкЗв/год)

№ точки	Підвал	1 поверх	3 поверх
1	0,150 ± 0,01	0,168 ± 0,01	0,187 ± 0,01
2	0,113 ± 0,01	0,144 ± 0,01	0,121 ± 0,01
3	0,149 ± 0,01	0,150 ± 0,01	0,141 ± 0,01
4	0,119 ± 0,01	0,148 ± 0,01	0,129 ± 0,01
5	0,123 ± 0,01	0,149 ± 0,01	0,124 ± 0,01
6	0,117 ± 0,01	0,148 ± 0,01	0,130 ± 0,01
7	0,121 ± 0,01	0,152 ± 0,01	0,128 ± 0,01
8	0,120 ± 0,01	0,156 ± 0,01	0,121 ± 0,01
9	0,113 ± 0,01	0,152 ± 0,01	0,118 ± 0,01
10	0,111 ± 0,01	0,143 ± 0,01	0,118 ± 0,01
11	0,112 ± 0,01	0,147 ± 0,01	0,114 ± 0,01
12	0,120 ± 0,01	0,151 ± 0,01	0,117 ± 0,01
13	0,119 ± 0,01	0,152 ± 0,01	0,122 ± 0,01
14	0,110 ± 0,01	0,149 ± 0,01	0,118 ± 0,01
15	0,117 ± 0,01	0,152 ± 0,01	0,111 ± 0,01
16	0,108 ± 0,01	0,149 ± 0,01	0,113 ± 0,01
17	0,114 ± 0,01	0,144 ± 0,01	0,121 ± 0,01

Результати вимірювання потужності еквівалентної дози на різних поверхах будинків показали, що коливання показника також залежать від природи будівельних матеріалів, з яких споруджено будинок. Дисперсійний аналіз даних свідчить про те, що в цегляних будинках відсутній достовірний зв'язок між величиною потужності еквівалентної дози та висотою, на якій було проведено вимірювання ($F_{ф.}=1,05 < F_{к.}=3,24$). В панельних будинках потужність дози на першому поверсі на 17% нижча, а на третьому поверсі – на 20% нижча, ніж у підвальному приміщенні. Величина виміряної потужності дози на першому та третьому поверхах як в цегляному, так і в панельному будинках не відрізняється.

Одним з пояснень отриманих результатів може бути те, що в підвальних приміщеннях накопичується радіоактивний газ радон. Ізотопи радону – це альфа-випромінювачі, тому вони безпосередньо не приймають участь у формуванні радіаційного поля, яке вимірюється дозиметром МКС-05 “ТЕРРА - П”, але через короткий період напіврозпаду вони утворюють інші ізотопи, серед яких переважають бета-випромінювачі.

Таким чином, проведені дослідження показали, що потужність еквівалентної дози в житлових будинках достовірно залежить від поверху та матеріалу, з якого споруджено приміщення. В підвальних приміщеннях панельних будинків величина потужності еквівалентної дози достовірно вища, ніж на верхніх поверхах та у будинках, побудованих з цегли. Заміна місцевих будівельних матеріалів, які виробляються зі щебню, є нерациональною через економічні чинники. Враховуючи просторову особливість формування радіаційних полів з метою зменшення впливу опромінення на населення можна рекомендувати виключно господарське використання підвалів і переобладнання перших поверхів у нежитлові приміщення.