



Міністерство освіти і науки України
Науково-технологічний комплекс
“Інститут монокристалів”
Національної академії наук України

РАДОНОНЕБЕЗПЕКА ПІДЗЕМНИХ ЗАХИСТНИХ СПОРУД ТА ПІДЗЕМНИХ ШКІЛ

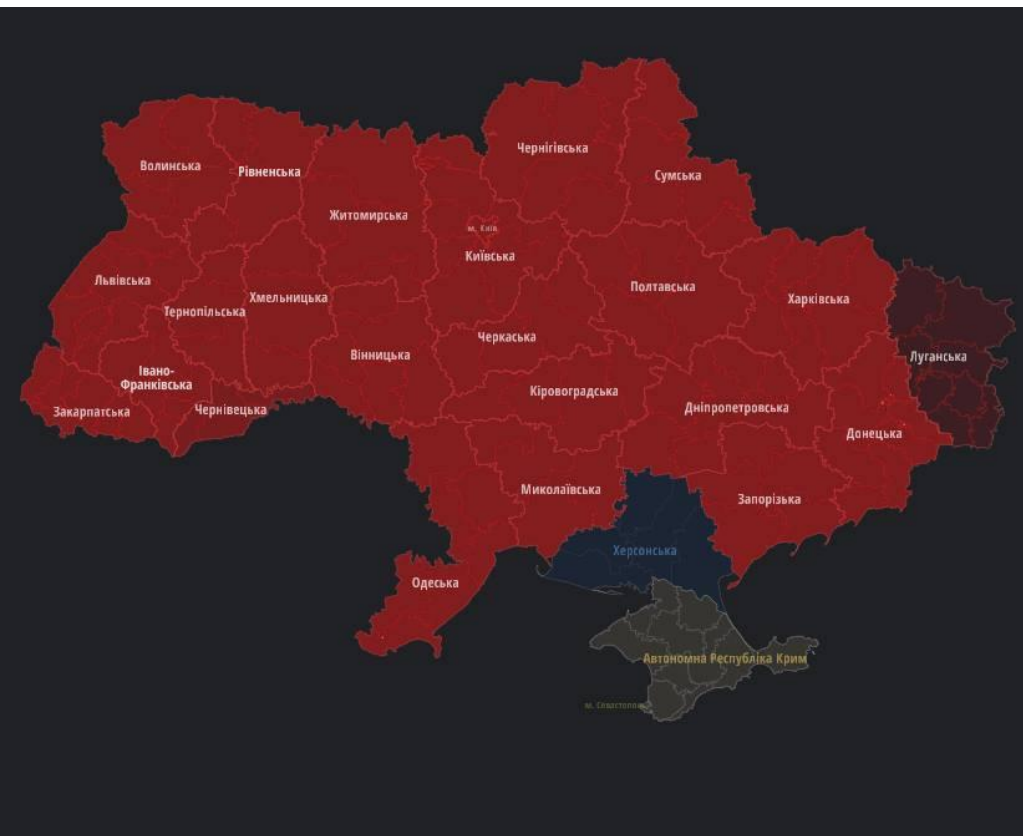
Доповідач - к.т.н. Лідія СОЛОДОВНІКОВА

д.ф.-м.н. Володимир ТАРАСОВ

с.н.с. Надія МАРКІНА

Харків – 2025 рік

АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ



Військові дії на території України постійно тривають з 24 лютого 2022 року й по теперішній час. Безперервні ракетні обстріли, вибухи та пожежі створили небезпечну ситуацію для життя дітей та дорослих. Це привело до необхідності будівництва підземних захисних споруд та підземних шкіл.

ВІДОМО, що значна частина території України розташована на кристалічному щиті з великим вмістом урану-238 та торію-232, що сприяє інтенсивним еманациям (виділенню) радіоактивних газів радону-222 та торону-220 з поверхні землі та їх накопиченню в підземних житлових та промислових спорудах.

АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ

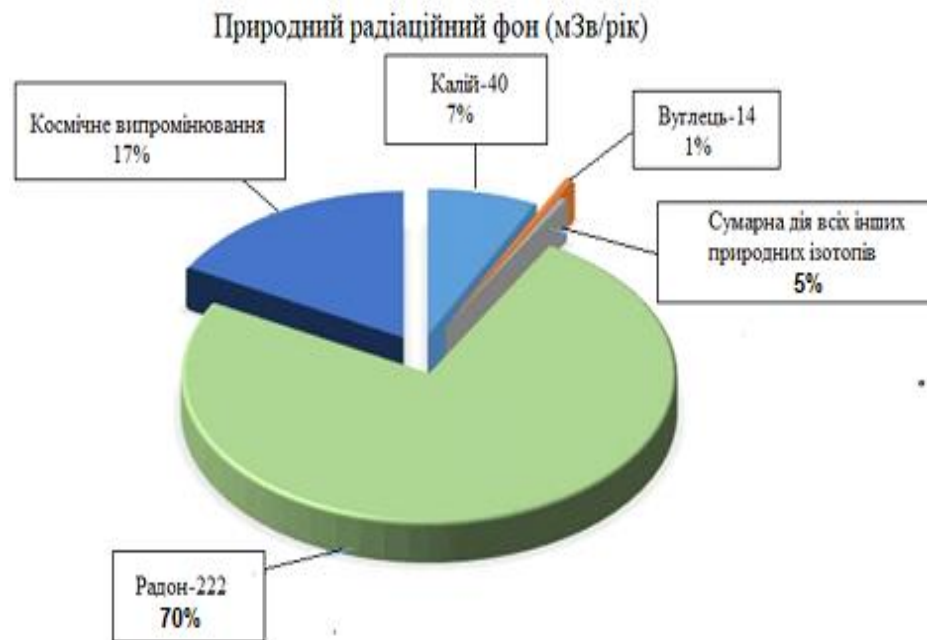
ВІДОМО, що найбільший внесок в формування індивідуальної ефективної еквівалентної дози опромінення населення від земних джерел радіації вносить радон-222 разом зі своїми дочірніми продуктами розпаду (близько 70%).

НЕБЕЗПЕКА від радіоактивного газу радону-222 розповсюджується на підземні школи, метрошколи та підземні захисні споруди.

ВАЖЛИВО: ДІТИ є критичною групою населення щодо опромінення радоном

ОПРОМІНЕННЯ ДІТЕЙ ВІД РАДОНУ-222

1. Формування доз зумовлено меншими розмірами тіла та органів дитини
2. Найбільш вразливий вік дитини від 6 до 14 років
3. Особливо страждають легені: Ризик розвитку раку легенів у 1,5 – 3 рази вищий, ніж у дорослих



ВИСНОВОК: Дослідження радонебезпеки підземних шкіл, метрошкіл та підземних захисних споруд є необхідними для розробки оперативних заходів по зниженню радіаційного навантаження на дорослих та особливо дітей.

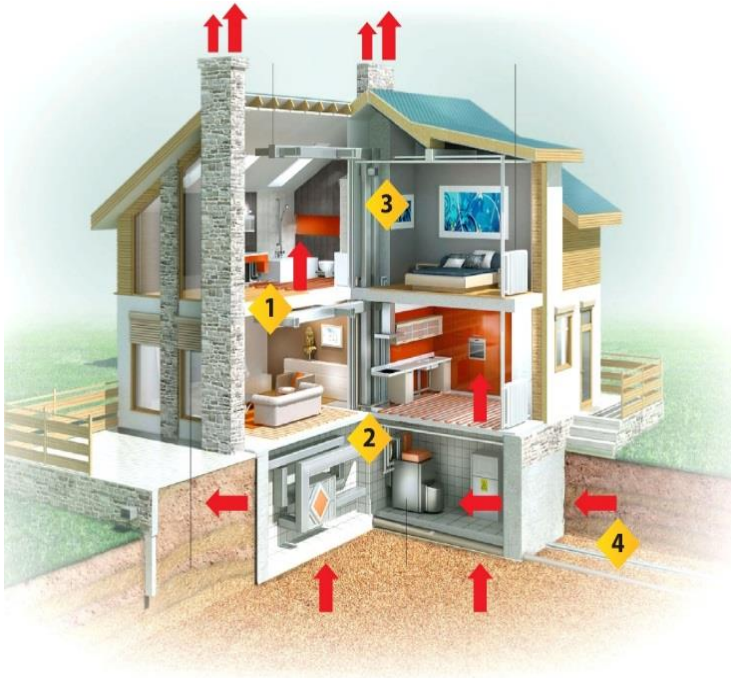
НОРМУВАННЯ РАДОНУ-222 В ПОВІТРІ ПРИМІЩЕНЬ

1. Відповідно до Норм радіаційної безпеки України, нормативною величиною ступеню небезпеки потрапляння радону до організму і його внутрішнього опромінення є **середньорічна еквівалентна рівноважна об'ємна активність (ЕРОА) радону в повітрі приміщень, яка не повинна перевищувати 50 Бк/м³ для новобудов і реконструйованих будівель, а також дитячих, санаторно-курортних та лікувально-оздоровчих закладів, та 100 Бк/м³ для будівель, що експлуатуються.**
2. В серпні 2023 року були внесені зміни до Закону України "Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання" (Верховна Рада України, 1998) відповідно до вимог нової системи радіаційного захисту та реформ децентралізації, які були здійснені в попередні роки.
3. **Стаття 10** цього закону вимагає від державних органів влади забезпечення територіальних громад: а) нормативно-правовими документами (методичними рекомендаціями, вказівками, інструкціями тощо), які містять алгоритми дій щодо вимірювання радону в повітрі, перелік та пояснення можливих захисних заходів; б) з метою визначення радіаційних ризиків для населення від радону правильно спланувати дослідження, забезпечити репрезентативність (вибірка, доцільна кількість вимірювань тощо) в) для подальшого оцінювання рівнів опромінення, мати методики встановлення-зняття радонометрів, проводити інтегральні вимірювання, визначати відповідні ефективні дози, розраховувати величину ризиків, дати рекомендації щодо протирадонових заходів.

НЕБЕЗПЕКА ВІД РАДОНУ-222 ПІДЗЕМНИХ ШКІЛ ТА ПІДЗЕМНИХ ЗАХИСНИХ СПОРУД

1. У прифронтових областях постійно діють підземні захисні споруди.

2. Збудовано **33** підземні школи для безпечного навчання дітей , а до кінця року планується звести **156** підземних шкіл-укриттів, у **2026** — ще **47**. В **Харкові** з першого вересня 2025 року школярі відвідують офлайн-заняття у сімох підземних школах, метрошколі на шістьох станціях метрополітену та в сертифікованих укриттях при навчальних закладах. З 1 січня 2026 року планують відкрити ще три підземні школи, нині триває будівництво.



Потрапляння радону в будівлю

1. Шпари в підлозі,
2. Шпари в кладці,
3. Система вентиляції,
4. Підведення комунікацій

ВИМІРЮВАННЯ ОБ'ЄМНОЇ АКТИВНОСТІ РАДОНУ-222

Величини значень об'ємної активності радону в приміщеннях різного типу (будівлі, підвали та інше) залежать:

- від інженерно-планувального рішення і характеристик стану приміщення;
- режиму вентилявання приміщення;
- кількості часу перебування в приміщенні людей
- від погодних і кліматичних умов.

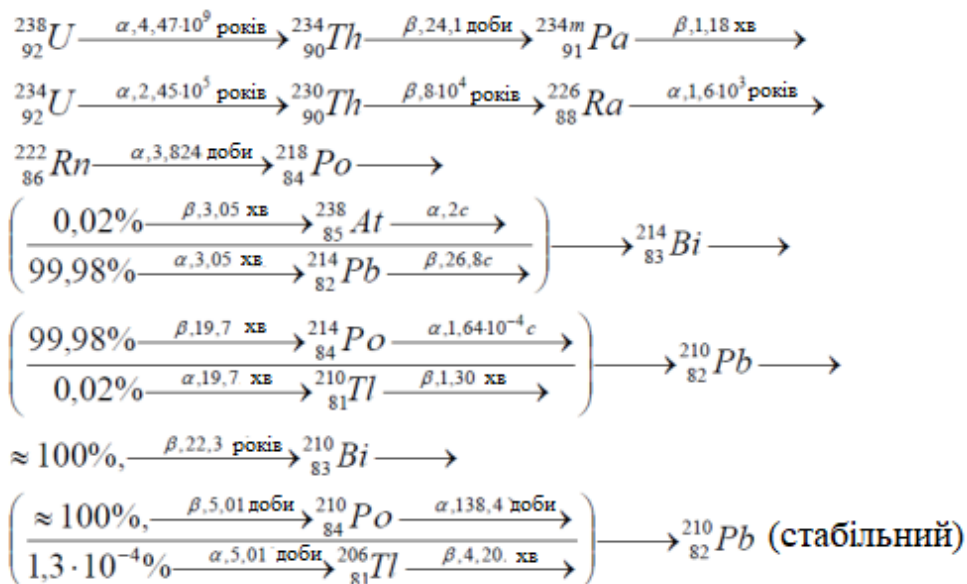


Схема розпаду природного урану-238

Технічно моніторинг радону-222 в повітрі забезпечується засобами вимірювання, що реалізують різні методи реєстрації α -частинок, які випромінюються радоном-222 при радіаційному розпаді природного урану-238.

МЕТОДИ РЕЄСТРАЦІЇ РАДОНУ-222 В ПОВІТРІ

ІНТЕГРАЛЬНІ МЕТОДИ

1. Метод трекових детекторів,
2. Метод електретної камери,
3. Метод адсорбції радону на активованому вугіллі (метод вугільних адсорбентів).

МЕТОДИ МИТТЄВИХ ВИМІРЮВАНЬ

1. Сцинтиляційний метод,
2. Метод імпульсної іонізаційної камери,
3. Метод напівпровідникових детекторів.

МЕТОД ТРЕКОВИХ ДЕТЕКТОРІВ

Вимірювання об'ємної активності радону-222 необхідно проводити в закритих приміщеннях, особливо підвальних, тому для визначення середньорічного рівня об'ємної активності радону в повітрі підземних захисних споруд та підземних шкіл оптимальним є використання інтегрального метода (метода трекових детекторів), який характеризується тим, що тривалість вимірювання повинна бути не меншою за 30 діб.

В якості трекових детекторів можуть бути використані полімерні матеріали різного складу (нітроцелюлозні і полікарбонатні плівки), які здатні реєструвати заряджені частинки легких ядер і альфа-частинок. Прилади з трековим (плівковим) детектором (Рис.1) встановлюють у тих приміщеннях, де діти та дорослі проводять час найдовше. Після закінчення терміну експонування (не менше 30 діб), радонові накопичувачі відправляють у вимірювальну лабораторію, де плівкові детектори піддаються хімічній обробці (травленню). Після цього за допомогою вимірювального приладу (Рис.2) проводиться підрахунок треків (слідів пошкодження) на детекторі, що залишили альфа-частинки. За кількістю треків розраховується об'ємна активність радону-222 в повітрі.



Рис. 1. Радоновий накопичувач



Рис. 2. Вимірювальний прилад

ВИСНОВКИ

1. Воєнні дії на території України створюють постійну загрозу життю та здоров'ю дорослих та дітей, це призводить до необхідності будівництва підземних захисних споруд та підземних шкіл.

2. У зв'язку з воєнними діями та з існуючими змінами в законодавстві України згідно загроз опромінювання від радону-222 дорослих та особливо дітей, які проводять багато часу в приміщеннях підземних захисних спорудах та підземних школах, необхідно впровадити обов'язковий моніторинг радону-222 цих об'єктів та розробити і запровадити відповідні протирадонові заходи, згідно з результатами моніторингових досліджень.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ