

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ РАДОНУ В ПІДГРУНТОВОМУ ПОВІТРІ

Е.В. Панаїт

*Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України,
03680, просп. акад. Палладіна, 34, Київ, Україна*

У результаті проведених досліджень по вимірюванню радону в підгрунтовому повітрі було встановлено зони аномального вмісту радону, який притаманний зонам тектонічної активізації. Оскільки еманация радону з ґрунту не перевищує 100 Бк/м³, то зроблено висновок, щодо відсутності радонової небезпеки для населення як на тектонічно активній ділянці так і на тектонічно спокійній ділянці досліджуваної території Печерського району м. Київ (Україна).

Ключові слова: радон, підгрунтове повітря, тектонічні порушення.

Вступ. Одна з найголовніших екологічних проблем – іонізуюче випромінювання, якому піддається населення в результаті процесу розпаду урану. У процесі радіоактивного розпаду, уран перетворюється на радій-226 з якого і утворюється радон-222. Поведінці цього ізотопу в підгрунтовому повітрі і присвячена ця стаття.

Радон утворюється в надрах землі в результаті розпаду урану, який у різних кількостях входить до складу всіх видів гірських порід. Він просочується з надр до денної поверхні, а за наявності на його шляху газонепроникних шарів він накопичується, створюючи області високих концентрацій.

Основні відомості про розподіл радону наведені в роботах В.М. Попова, А.І. Перельмана, В.І. Баранова та ін. Фундаментальною монографією є "Основні проблеми радонової безпеки" (2005) [4] та роботи, пов'язані з вивченням радону в об'єктах довкілля [2, 3, 6, 7].

Об'єкт дослідження – вміст радону у підгрунтовому повітрі та повітрі підвальних приміщень будівель.

Мета роботи – визначення особливостей розподілу радону в підгрунтовому повітрі.

Методика робіт. Визначення радону у підгрунтовому повітрі та повітрі підвальних приміщень проводилося за допомогою радіометру РРА-01М-01.

Його перевагою є висока чутливість та висока ступінь автоматизації. З використанням цього приладу були отримані значення об'ємної активності радону, використані для оцінки відповідних доз опромінення природними радіонуклідами.

Характеристика району досліджень. Досліджувана ділянка адміністративно належить до Київської області (м. Київ). Оскільки це територія Українського щита, то кристалічні породи представлені переважно гранітами, а осадові породи – пісковиками, глинами, пісками.

За даними щодо геологічної вивченості території [1] було складено геологічний розріз, за даними [5] побудовано графік вмісту радону у вертикальному профілі (рис. 1).

Як видно на графіку рис. 1, мінімальний вміст радону притаманний гранітам (74 Бк/м³), а максимальний – глинам (200 Бк/м³). Це пояснюється щільністю порід: більш розущільнені породи (піски, мергелі) мають мінімальний вміст радону, а найбільш щільні (глини, суглинки) – максимальний.

Радон надходить в атмосферу, переважно, через границю розділу ґрунт-повітря, внесок інших джерел радону (підземні води, природний газ, океан) малий. Оскільки в породах концентрація радону в тисячі разів вища, ніж в атмосфері, то градієнт концентрації також високий, він неперервно підтримується генерацією в радіоактивному ланцюзі ²³⁸U і ²³²Tn та забезпечує надходження газу в атмосферу. Потік радону з ґрунту визначають два процеси: вихід із твердих мінеральних зерен у пори, наповнені повітрям – еманування, та перенесення через пори ґрунтів в атмосферу.

У ході дослідження радону у підгрунтовому повітрі важливе місце займає тектонічна будова території. Як відомо, основними шляхами надходження радону є виявлені в породах тріщинуваті зони з підвищеною газопроникністю.

Детальні дослідження проведені на правому березі Дніпра, в Печерському районі м. Києва. Територія досліджень обмежена з пів-

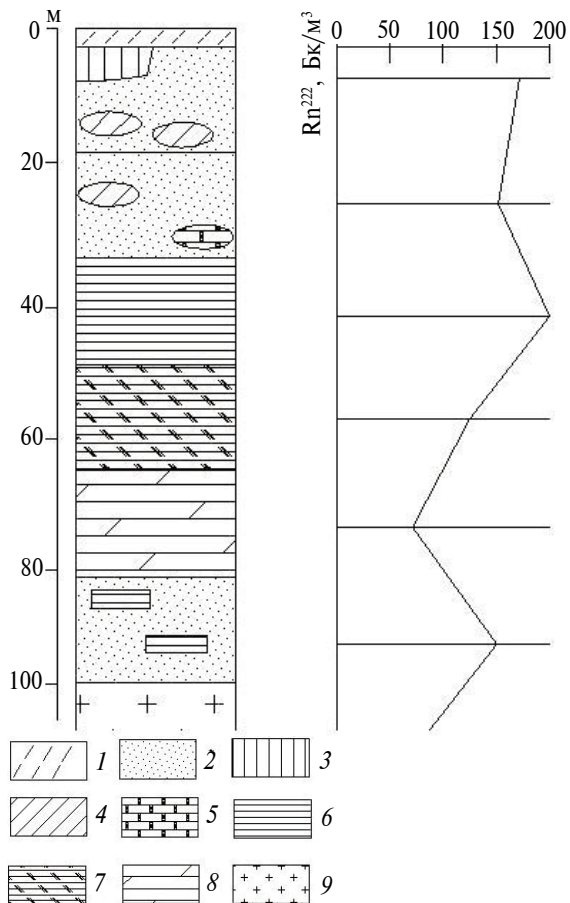


Рис. 1. Розподіл радону у породах за вертикальним розрізом (правобережна частина м. Київ: 1 – рослинно-грунтовий шар, 2 – піски, 3 – суглинки лесовидні, 4 – суглинки, 5 – вапняки, 6 – глини, 7 – пісковики, 8 – мергелі, 9 – граніти

ночі вулицями Верхньою та Перспективною, зі сходу – Мічуріна і Тимирязівською, з півдня – Залізничним шосе, з заходу – А. Барбюса та Червоноармійською.

Східну частину території (Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України та житловий масив – приватна забудова) забудовано у середньому на 60%. У західній частині (бул. Дружби народів, бул. М. Приймаченко, вул. акад. Філатова та вул. А. Барбюса), на 90 % території розташовані житлові будинки 2–12 поверхів.

Правобережжя м. Києва характеризується наявністю тектонічних порушень, зокрема бул. Дружби народів та вул. Мічуріна (рис. 2). Відомо, що місця перетину розломів є потенційно радононебезпечними. Саме тому цей район було обрано для дослідження.

Відібрано 104 проби радону (таблиця, див. рис. 2). Проби було відібрано на території рекреаційних зон (НБС ім. М.М. Гришка), де розвинуті піски та суглинки. Вміст радону в підґрунтовому повітрі становить 5–7 Бк/м³.

Східна частина території – житловий масив, складається переважно зі старих будівель з червоної цегли без оздоблення 1–5 поверхів, зрідка є будинки 9–12 поверхів (вул. Верхня), на вул. Мічуріна переважно приватна низькоповерхова забудова (1–2 поверхи). Територія характеризується незначним вмі-

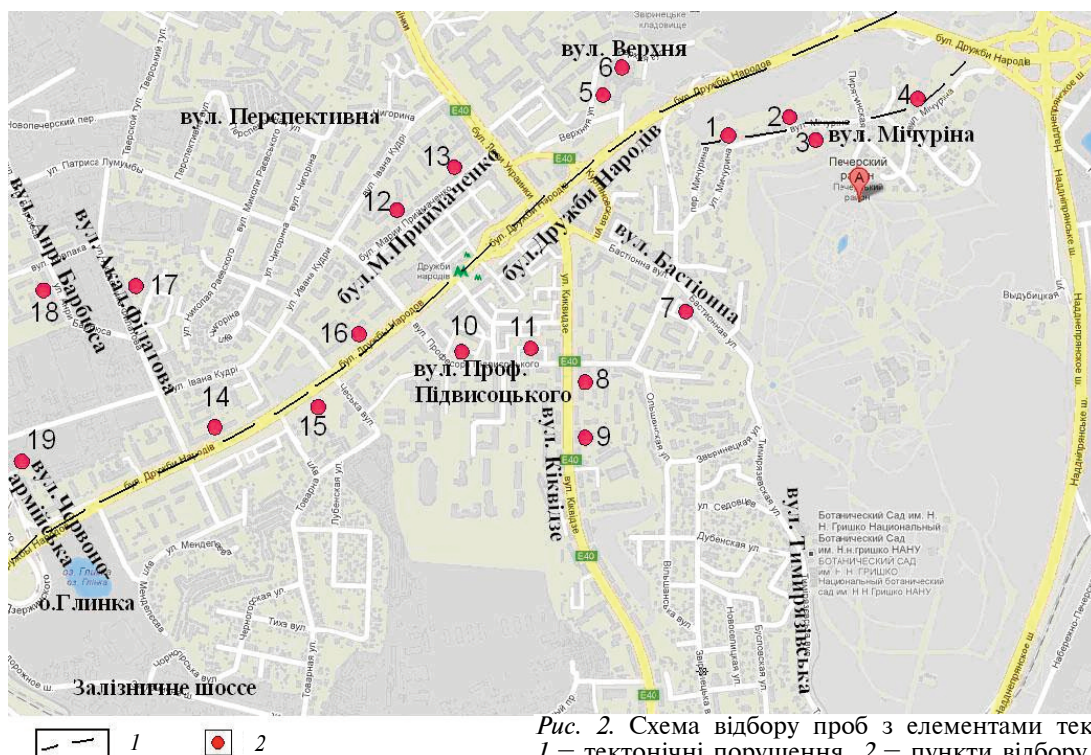


Рис. 2. Схема відбору проб з елементами тектоніки: 1 – тектонічні порушення, 2 – пункти відбору проб

Вміст радону у підґрунтовому повітрі та повітрі підвальних приміщень деяких будинків Печерського району

Номер з/п	Адреса	Опис житлового фонду	рН ґрунту	Вміст Rn, Бк/м ³	
				Підґрунтове повітря	Повітря підвалів
<i>Східна частина досліджуваної території</i>					
1	вул. Мічуріна, 19	Нежитловий будинок з червоної цегли, без оздоблення (б/о), 2 поверхи	6,2	80,0	60,0
2	вул. Мічуріна, 27	Нежитловий будинок з червоної цегли, (б/о), 1 п.	6,5	40,0	30,0
3	вул. Мічуріна, 38	Нежитловий будинок з червоної цегли, (б/о), 2 п.	7,0	35,0	70,0
4	вул. Мічуріна, 59	Нежитловий будинок з червоної цегли, (б/о), 1 п.	6,4	90,0	75,0
5	вул. Верхня, 4, а	Житловий будинок з червоної цегли, (б/о), 12 п.	6,2	40,0	12,0
6	вул. Верхня, 8	Нежитловий будинок з червоної цегли, (б/о), 2 п.	6,5	20,0	16,0
7	вул. Бастіонна, 10	Житловий будинок з червоної цегли, (б/о), 5 п.	6,3	20,0	12,0
8	вул. Кіквідзе, 9/12	Житловий будинок з червоної цегли, (б/о), 5 п.	6,7	10,0	5,0
9	вул. Кіквідзе, 15	Житловий будинок з червоної цегли, (б/о), 5 п.	6,5	8,0	5,0
<i>Західна частина</i>					
10	вул. Проф. Підвисоцького, 3	Житловий будинок з червоної цегли, (б/о), 5 п.	6,8	40,0	10,0
11	вул. Проф. Підвисоцького, 7	Житловий будинок з червоної цегли, (б/о), 5 п.	7,0	30,0	12,0
12	бул. Марії Приймаченко, 3	Житловий будинок з з/б панелей, оздоблений керамічною плиткою, 5 п.	7,0	15,0	8,0
13	бул. Марії Приймаченко, 7	Житловий будинок з з/б панелей, оздоблений керамічною плиткою, 5 п.	7,2	10,0	7,0
14	бул. Дружби народів, 11	Житловий будинок з червоної цегли, (б/о), 5 п.	6,8	60,0	40,0
15	бул. Дружби народів, 16	Нежитловий будин/ з силікатної цегли, (б/о), 1 п.	6,7	70,0	50,0
16	бул. Дружби народів, 19	Житловий будинок з червоної цегли, (б/о), 5 п.	6,4	90,0	40,0
17	вул. Акад. Філатова, 1/22	Житловий будинок з червоної цегли, (б/о), 9 п.	6,8	10,0	5,0
18	вул. Анрі Барбюса, 56	Житловий будинок з червоної цегли, оздоблений керамічною плиткою, 9 п.	6,7	20,0	9,0
19	вул. Червоноармійська, 143	Житловий будинок з червоної цегли, (б/о), 5 п.	6,8	12,0	5,0

стом радону у підґрунтовому повітрі по вулицях Звіринецькій, Ольшанській, Дубенській – до 30 Бк/м³, та значно вищим вмістом радону на вул. Мічуріна – 40–90 Бк/м³, тобто перевищення удвічі у порівнянні з іншою територією.

У західній частині найбільший вміст радону зафіксовано біля будинків за адресою бул. Дружби народів 11, 16, 19. На північ від них вміст радону зменшується до 10–40 Бк/м³.

Проаналізувавши ситуацію можна дійти висновку, що такий різний вміст радону пов'язаний з різним ступенем тріщинуватості корінних та ґрунтоутворювальних гірських порід, особливо в місцях проходження розломів – це і є потенційно радоннебезпечна площа.

По вул. Мічуріна, 19 було проведено дослідження вмісту радону у вертикальному профілі дерново-підзолистих ґрунтів, де за геофізичними даними фіксуються тектонічні порушенн. Також проведено вимірювання радону з поверхні землі за 300 м, на південь, де

житлова забудова відсутня, кожні 10 см до глибини 1 м (рис. 3).

За результатами дослідження встановлено: у зоні розлому на глибині 1 м вміст радону складає 300 Бк/м³, поза зоною розлому – 4 Бк/м³. На глибині 10 см також прослідковується різниця у вмісті радону: 50 Бк/м³ – у зоні розлому, та 11 Бк/м³ – поза зоною. Таку особливість у розподілі радону можна пояснити наявністю конвективної складової, а поза зоною розлому – процесами дифузії та розушільненням порід.

У підвалах будинків, побудованих в останні десятиліття (1980–2013) значення вмісту радону не вище 12 Бк/м³, що пояснюється надійними умовами ізоляції та провітрюванням житлових приміщень – це перешкоджає накопиченню в них радону.

Щодо вмісту радону у будівлях приватного сектора, то найбільший вміст (60–75 Бк/м³) фіксується у нежитлових будинках.

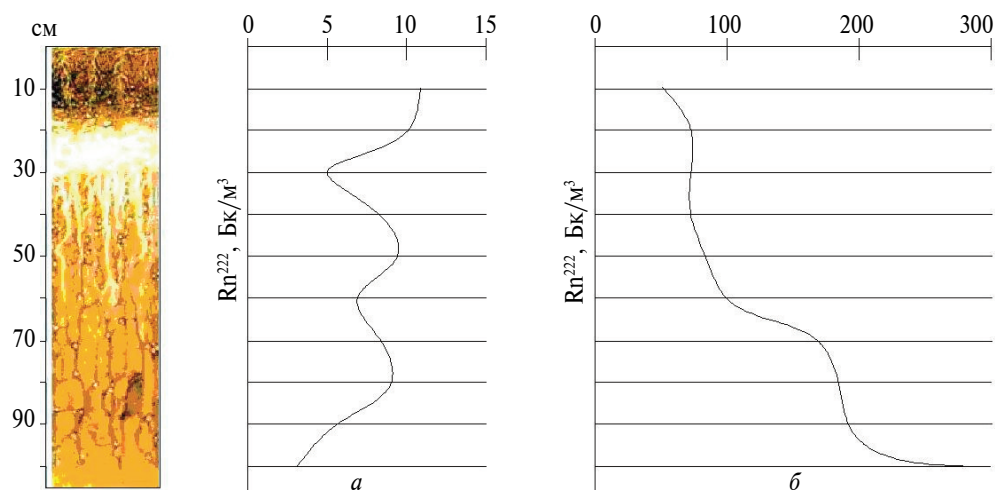


Рис. 3. Вміст радону у ґрунтовому профілі дерново-підзолистих ґрунтів: а – тектонічно спокійна зона, б – тектонічно активна зона



Рис. 4. Розподіл радону у підґрунтового повітрі. Пунктиром позначені зони тектонічних порушень

Найбільший вміст радону у підґрунтового повітрі (80–90 Бк/м³) зафіксовано поблизу житлових будинків за адресами бул. Дружби народів, 19 та вул. Мічуріна, 19 та 59.

Підвищений вміст радону на вул. Мічуріна можна пояснити наявністю штольні (вул. Мічуріна, 62), що використовується в якості колективних підвалів будинків, у ній вміст радону становить близько 150 Бк/м³.

За вмістом радону у підґрунтового повітрі побудовано схему (рис. 4), згідно з якою середній вміст радону складає 40–50 Бк/м³, однак у зоні тектонічних порушень він перевищує цей показник удвічі (80–90 Бк/м³). Це свідчить про можливість виділення зон розломів, тобто екологічно небезпечних зон, за вмістом радону у підґрунтового повітрі.

Вміст радону у підґрунтового повітрі є найбільш надійною характеристикою оцінки екологічного стану території, адже він є показником тектонічної розущільненості порід.

Висновки. У результаті вимірювання вмісту радону в підґрунтового повітрі Печерського району м. Києва було встановлено, що повітря підвалів житлових будинків, які знаходяться поблизу розломної зони (відповідає розташуванню бул. Дружби народів) містить більше радону, ніж будинків, розташованих на інших ділянках. Це пояснюється різним ступенем тріщинуватості гірських порід у межах досліджуваних ділянок.

До небезпечних для проживання населення належать території, де концентрація радону в підґрунтового повітрі перевищує 100 Бк/м³.

На досліджуваній території в підґрунтового повітрі та у повітрі підвалів житлових будинків встановлено нижчі значення, тому можна зробити висновок, що такий фактор як об'ємна активність радону в підґрунтового повітрі не здійснює негативного впливу на населення.

Надійшла 26.09.2013

Література

1. *Геологія і корисні копалини України*. Атлас. Масштаб 1 : 5000 000 / [гол. ред. Л.С. Галецький] ; Інститут геологічних наук НАН України [та ін.] – К. : Такі справи, 2001. – 168 с.
2. *Жовинський Э.Я.* Радон в окружающей среде г. Киев и г. Афины / Э.Я. Жовинский, Н.О. Крюченко // Пошук. та екол. геохімія. – 2007. – № 1 (6). – С. 32–35.
3. *Жовинський Е.Я.* Закономірності розподілу радону і фтору у підземних водах міста Києва / Е.Я. Жовинський, І.Л. Комов, Н.О. Крюченко та ін. // Мінерал. журн. – 2004. – 26, № 2. – С. 90–93.
4. *Основные проблемы радоновой безопасности* / И.Л. Комов, Е.А. Кулиш, Э.Я. Жовинский и др. – К. : Логос, 2005. – 351 с.
5. *Перельман А.И.* Геохимия – М. : Высш. шк., 1979. – 423 с.
6. *Жовинський Е.Я.* Щодо можливості використання радонометрії для виявлення і трасування зон тектонічної активізації / Е.Я. Жовинський, Н.О. Крюченко, А. І. Радченко та ін. // Пошук. та екол. геохімія. – 2006. – № 5. – С. 3–7.
7. *Жовинський Э.Я.* Связь гидрогеохимических аномалий радона и фтора с участками тектонических нарушений (на примере г. Киев) / [Э. Я. Жовинский, И. Л. Комов, Н. О. Крюченко та ін.] // Пошук. та екол. геохімія. – 2004. – № 4. – С. 56–60.

Панайт Э.В. Особенности распределения радона в подпочвенном воздухе. В результате проведенных исследований по измерению содержания радона в подпочвенном воздухе были установлены зоны аномального содержания радона, характерного для зон тектонической активизации. Так как эманация радона из почвы не превышает 100 Бк/м³, то сделан вывод о безопасности проживания людей как в пределах тектонически активного, так и в пределах тектонически спокойного участка исследованной территории Печерского района г. Киев (Украина).

Ключевые слова: радон, подпочвенный воздух, тектонические нарушения.

Panait E.V. Features of the radon distribution in subsurface air. As a result of research of radon measurement in the subsurface air were installed zones with abnormal radon concentration, which is inherent to active tectonic zones. Since the emanation of radon from the soil does not exceed 100 Bq/m³, were made conclusion about the absence of radon hazard for the population both on the tectonically active area and the tectonically still area of studied territory in Pechersk district of Kyiv (Ukraine).

Keywords: radon, subsurface air, tectonic breaches.