

**MODERN ASPECTS OF RADIATIVE HYGIENE AND MEASURES,
DIRECTIONAL ON MINIMIZATION OF ACTION OF IONIZING RADIATION
ON A STATE OF HEALTH OF THE POPULATION OF VOLYN REGION,
WHICH HAS SUFFERED SUBSEQUENTLY CHERNOBYL ACCIDENT**

*Guseva O., Yanko N., Dudkovska L.
Volyn regional sanitary-epidemiological station*

Physicochemical state of radionuclides in ground and first of all, quantity(amount) of their mobile shapes are the determining factor during migration of nuclides of Cs and Sr in a soil lateral view and on biological chains for many decades.

If in the first period after Chernobyl accident the radionuclides Cs-137 and Sr-90 contained in the upper stratum of ground, in the subsequent periods the pinch of the content of the mobile shapes in a stratum of ground up to 18-20cm is scored. Apparent dynamics of migration of behaviour Cs-137 in peat soils testifies to composite character of interaction Cs-137 with a soil complex and the period of clearing from caesium in the upper stratum of peat soils exceeds 20 years. Thus, the essential share of activity of caesium still considerable period of time will be present at a stratum of a soil of growth of roots of plants - and as a consequence of accumulation of radionuclides in plants.

**МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДЛЯ ВИМІРЮВАНЬ РАДОНУ В ҐРУНТІ
НА ОСНОВІ РІДИННО-СЦИНТИЛЯЦІЙНОГО ЛІЧЕННЯ**

Бузинний М.

ДУ „Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМН України”

Рецензент: докт.біол.наук, професор Лось І.П.

Вступ. У більшості випадків головними джерелами надходження радону в будинки є поверхневий шар ґрунту і кам'яні породи. Оцінка потенціального ризику радону в ґрунті є попереджувальною практикою при будівництві безпечного житла з використанням відповідних конструкційних рішень і матеріалів. Оцінка радонового ризику включає визначення потоку радону з поверхні – ексхалатції [1] або концентрації радону в повітрі ґрунту на оптимальній глибині 0.8-1.0 м нижче рівня поверхні [2,3,4]. Обидва під-

ходи прийнятні приймаючи до уваги національні підходи і існуючу практику вимірювань в лабораторіях на місцях.

Вимірювання радону в повітрі ґрунту проводяться всюди тривалий час починаючи з перших розвідок уранової руди, які проводились у всьому світі. Для цього використовувалась різноманітна техніка: сцинтиляційні камери, іонізаційні камери, а інколи активоване вугілля. Під час аналізу застосування різних методів приймалися до уваги необхідні затра-

ти часу на місцевості для відбору проб віддаючи перевагу підходу окремого виконання відбору і вимірювань проб згодом пізніше [3,4]. Увагу на себе звернули можливі зміни погодних умов і їх вплив на результати вимірювань. Так найбільш доречним є метод, у якому вимірювання проводяться в лабораторії. Сам метод розглядає можливість дослідження набору від 15¹ до декількох десятків проб як найбільш сприятливий [4].

Методи. Відбір проб повітря. Для відбору проб повітря з ґрунту вибрана система відбору проб виготовлена в Чеській Республіці фірмою RADON v.o.s. [4]. Повітря з ґрунту відбирається за допомогою тонкої сталевий трубки з вільним гострим наконечником, який спочатку забивають в ґрунт, а потім виштовхують, створюючи таким чином ємність, з якої потім викачують повітря за допомогою шприца великого об'єму (150 мл). Внутрішній об'єм ємності має бути достатнім для відбору проби повітря. За оцінками Neznal [4] площа її поверхні повинна бути 940 мм² близько, що відповідає висоті 30 мм і діаметрі 10 мм. Систему з'єднують герметичним гумовим шлангом. Перша порція повітря не використовується. Випробування проведені для двох різних підходів відбору і вимірювань проб.

Один підхід включає пряме вимірювання порції повітря з ґрунту в спеціальній сцинтиляційній пляшечці стінки якої і дно всередині покриті термопластичним сцинтиляційним матеріалом MeltilexTM після того як порція повітря з ґрунту продувається через пляшечку за допомогою вищеназ-

ваного шприца великого об'єму і врівноважується. Така пляшечка, розроблена Kaihola [5,7], виглядає принципово як камера Лукаса, експлуатується разом із сучасним рідинно-сцинтиляційним спектрометром оснащеним схемою розділення α і β випромінювання. Такі пляшечки тестувались для прямих вимірювань різних газів [5,6,7,8].

Інший підхід розглянутий для вимірювань ²²²Rn більш чутливий (в 15-20 разів). Пасткою для радону служить скляний барботер, заповнений 20 мл коктейлю на основі толуолу. Коктейль після відбору проби переносять до пластикових пляшечок для вимірювань.

Таким чином вся порція повітря, яка заповнює шприц об'ємом 150 мл продувається через пляшечку або через барботер-пастку. Відповідні відношення об'ємів складає 150:22 і 150:100. Необхідний для продування час складає 1-2 секунди для пляшечки і 3-5 секунд для барботера. Для кращої відтворюваності результатів методу барботера, проводять продування 2-3 об'ємів повного шприца повітря.

Поглинання радону в толуоловій пастці залежить від об'єму і геометрії барботера, від часу контакту повітря з коктейлем, а також від параметрів повітря ґрунту, а саме температури та вологості. Відповідний метод вимірювання потребує калібрування. Так до набору проб, які готують методом барботера (15 і більше) додають 1-3 проби, які вимірюють в камері Лукаса – пляшечці покритій всередині сцинтилятором MeltilexTM у відповідності до першого підходу прямого вимірювання. Проби повітря для калібрування відбирають у парі: камера Лукаса і барботер з толуоловою паст-

¹ Мінімальна кількість проб повітря ґрунту при обстеженні ділянки забудови.

кою з однієї трубки послідовно одна за одною.

Вимірювання проб. Проведені випробування застосування сучасної техніки рідинно-сцинтиляційного лічення для вимірювань радону в повітрі ґрунту з огляду на існування низки сучасних приладів. Проведені вимірювання проб за допомогою спектрометра Quantulus 1220TM. Крім того проведене тестування портативного спектрометра Triathler оснащеного схемою роздільної реєстрації α і β випромінювання. Сучасна техніка рідинно-сцинтиляційного лічення досить чутлива для рутинних вимірювань радону в повітрі ґрунту вимірювану на рівні $1.0 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-3}$ і вище. Обидва варіанти відбору проб є прийнятними при застосуванні сучасної техніки рідинно-сцинтиляційного лічення оснащеної схемою роздільної реєстрації α і β випромінювання. Для двох різних сцинтиляторів, які використовували для вимірювань застосовували

відповідні індивідуальні параметри схеми α/β розділення для кожного приладу свої.

Розрахунки. У відповідності до оцінок приведених Kaihola [5,7] ефективність реєстрації ^{222}Rn для тефлонових пляшечок покритих термопластичним сцинтилятором MeltilexTM становить 178% для альфа часток, тобто така само як для сцинтиляційних камер (Лукаса), які знаходять широке застосування. Об'єм пляшечки складає 22 мл. Приймаючи до уваги приведену ефективність реєстрації і виходячи з необхідного рівня радону $1 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-3}$ для приведених варіантів відбору проб повітря отримано швидкість лічення проб приблизно $2.4 \text{ імп}\cdot\text{хв}^{-1}$ (CPM) для прямого вимірювання в пляшечці покритій сцинтилятором MeltilexTM і 36-48 CPM для радонової проби спочатку затриманої в барботері з толуолом, а потім вимірюваної в пластиковій пляшечці.

Висновки

- Підхід у якому відбір і вимірювання проб повітря ґрунту проводяться окремо має перспективи застосування особливо коли потрібно проводити вимірювання значної кількості проб.
- Як видно прямі вимірювання радону в сцинтиляційних пляшечках є прийнятним інструментом для вимірювань радону в повітрі ґрунту.
- Підхід з використанням барботеру для відбору радону з проб повітря ґрунту дає підвищення чутливості в 15-20 разів у порівнянні до варіанту прямого вимірювання. При цьому стандартизація проб на основі органічного коктейлю дає можливість мінімізації часу необхідного на вимірювання однієї проби.
- Комбінований метод в якому основною частиною є набір барботерів-пасток для відбору радону з проб повітря ґрунту, а для калібрування на додаток використовується метод прямого вимірювання повітря ґрунту в сцинтиляційних пляшечках покритих сцинтилятором MeltilexTM добре калібрований і надзвичайно чутливим.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gulabianz LA, Ivanov SI, Okhrimenko SE. Methodological approaches to hygienic estimation of radon danger of building sites in Moscow. ANRI. Scientific-informational journal, -2000. Issue 1(20) (In Russian).
2. Akerblom, G. Ground radon - monitoring procedures in Sweden. Geoscientist 4(4): -21-27; -1994.
3. Barnet I. (1994): Radon risk classification for building purposes in the Czech Republic. In: Barnet I., Neznal M. eds.: Radon investigations in CR. -Vol.5. Czech Geological Survey, -Prague, -P.18-24.
4. Neznal M. et al. (2004): The new method for assessing the radon risk of building sites. -Czech. Geol. Survey Special Papers, -47p., CGS Prague.
5. Kaihola, L., Oikari, T. and Suontausta, J., (1992) Direct Detection of Radon Gas in Air with a Liquid Scintillation Counter. Book of abstract. The 3rd International Conference on Nuclear and Radiochemistry, -Vienna, September 7-11, -1992 (Abstract only).
6. Zelensky AV, Buzinny MG (1993) Modification of radon in air measurement methods based on application of meltable thermoplastic scintillator *Meltilex*TM. In Actual problems of liquidation of medical consequences of Chernobyl Accident: Abstracts of Ukrainian scientific-practical Conference, Kiev, April 20-22, 1993.- Kiev: Part I. Health Ministry of Ukraine, Ukrainian Scientific Center for Radiation Medicine, -1993. -P.122-123 (In Russian).
7. Kaihola, L. (1996) Direct Detection of Radon Gas in Air using a Liquid Scintillation Counter. International Conference on Technologically Enhanced Natural Radiation by Non-Uranium Mining. Szczyrk, Poland, 16-19 October 1996. Central Mining Institute, -Katowice, -P.169-175.
8. Michael Buzinny. In-situ Calibration for Radon-222 Measurement in Air Based on LSC. Book of abstract. 5th Conference Against Radon at Home and at Work. September 9-15, -2007. -Prague, Czech republic. -54p.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИЗМЕРЕНИЮ РАДОНА В ПОЧВЕ НА ОСНОВЕ ЖИДКОСТНО-СЦИНТИЛЯЦИОННОГО СЧЕТА

М. Бузынний

*Места застройки требуют проведения тестирования радона в почве. Предложен метод для проведения измерения ^{222}Rn в почвенном воздухе на основе жидкостно-сцинтиляционного счета (ЖСС). В методе используется система отбора проб воздуха почвы изготовленная фирмой RADON v.o.s. из Чешской Республики. Один подход включает прямое измерение радона в специальном флаконе для ЖСС, который покрыт изнутри термопластичным сцинтиляционным материалом *Meltilex*TM. Другой подход более эффективный (в 15-20 раз). Он включает барботер с порцией 20 мл сцинтиляционного коктейля на основе толуола. Для лучшей воспроизводимости за методом барботера необходимо пропускать 2-3 порции воздуха. Проведены испытания методов на двух ЖСС спектрометрах: *Quantulus 1220*TM и *Triathler*.*

METHODICAL APPROACHES FOR RADON IN SOIL GAS MEASUREMENTS BASED ON LSC

M. Buzinny

Building sites require radon soil gas testing. We propose a measurement method for ^{222}Rn in soil gas based on liquid scintillation counting (LSC). It utilizes a soil gas sampling system produced by RADON v.o.s. in the Czech Republic. One approach includes direct soil gas counting in special LS vial coated inside with plastic scintillation material, MeltilexTM. Such vial, developed by Kaihola, looks like a Lucas chamber. Another approach is the high sensitive (15-20 time) ^{222}Rn measurement method. It includes glass bubblers filled with a 20 ml portion of a toluene based LS cocktail which after sampling, is moved to plastic vials for counting. It should be mentioned also that radon sorption in toluene depends on the time of air contact with the cocktail, and on the volume of the bubbler.

In both cases an air volume portion of a 150 ml syringe is blown through a vial or a bubbler. The bubbler method, to be more reproducible, requires 2-3 times the air volume trapped through the bubbler. It also requires a precise calibration for radon sorption in toluene, while trapping depends on air properties i.e. temperature and humidity. Thus a set of bubbler samples (15 and more) requires 1-3 air samples to be measured in LS vials with MeltilexTM. Both methods utilize modern LSC measurement techniques, capable for alpha/beta separation. Different scintillators require individual corresponding settings of alpha/beta separation parameters. We tested the method on both, the Quantulus 1220TM and the Triathler base. Taking into account the sensitivity required, to measure radon in soil gas at the level of $1 \text{ kBq}\cdot\text{m}^{-3}$, the described measurement approaches give a count rate of 2.4 CPM for direct counting in MeltilexTM coated vials and 36-48 CPM when radon is trapped in toluene.

БЕТА–СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДА ^{90}Sr В ПРОБАХ ВОДЫ В ПРИСУТСТВИИ ГАММА–ИЗЛУЧАЮЩИХ РАДИОНУКЛИДОВ

*Краснопёрова А.П.¹, Юхно Г.Д.¹, Мартынова В.И.¹,
Пинчук И.П.², Кожушко П.В.², Козыренко А.М.²*

¹Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина

²Харьковская областная санитарно-эпидемиологическая станция

Рецензент: к. ф.-м. наук Летучий А.Н.

Испытание ядерного оружия, сброс радиоактивных веществ в открытые водоемы, а также технологические нарушения и аварийные ситуации на предприятиях ядерно-

топливного цикла привели к появлению в окружающей среде продуктов деления ^{235}U (рис.1), включая наиболее опасный долгоживущий радионуклид ^{90}Sr . Этот радионуклид легко