

8. Жемела Г.П. Вміст важких металів у ґрунті та зерні ярого ячменю залежно від внесення мінеральних добрив / Г.П. Жемела, Ю.М. Барат // Науково-виробничий, фаховий журнал. - Полтава: РВВ Полтавської державної аграрної академії, 2008. – Вип. 4. – С. 179-183.

9. Забруднювачі та їх впливи на екологічно вразливі екосистеми верхнього Потисся. Під редакцією Н. Бойко, Ш. Балаші. – Ужгород-Ніредьгаза, 2008. – 380 с.

10. Засекін Д.А. Санітарно-гігієнічне значення ґрунту в отруєнні тварин солями важких металів / Д.А. Засекін // Ветеринарна медицина України. – 2005. – №4. – С. 39-42.

11. Затонская В.М. Некоторые аспекты проблемы загрязнения окружающей и внутренней среды свинцом / В.М. Затонская, Ф.И. Лобанов, Н.В. Макаров // Успехи химии. – 1981. – Т. 1. – Вып. 4. – С. 693–715.

12. Земляний О. А. Особливості накопичення важких металів органами та тканинами мікромамайлій у різних за ступенем забруднення біоценозах / О.А.Земляний // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Медицина. – 2010. – Вип. 1. – Т. 1. – С. 60–65.

13. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М., Введен в действия 10.08.1992. – 61с.

14. Микроэлементы в окружающей среде / Под ред. П.А. Власюка. – Киев: Наукова думка, 1989. – 260 с.

15. Минеев В.Г. Химизация земледелия и природная среда. – М.: Агропромиздат, 1990. – 287 с.

16. Панас Р.М. Ґрунтознавство: навчальний посібник / Р.М. Панас. – Львів: «Новий Світ-2000», 2006. – 372 с.

17. Симонова В.И. Атомно-абсорбционные методы определения элементов в породах и минералах / В.И.Симонова. – Новосибирск: Наука, 1986. – 214 с.

18. Сухарева О.Ю. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Аналіз природних об'єктів харчування». Частина 2. / О.Ю. Сухарева, Я.Р. Базель, С.М. Сухарев. – Ужгород, 2006. – 50 с.

19. Указ Президента України № 343/2009 від 21.05.09 року. О создании национального природного парка «Зачарованный край».

*Поступила в редакцію 3 травня 2012 р.*

*Рекомендував до друку д.ф.-м.н. В.Т. Маслюк*

УДК 551.521.2

<sup>1</sup>Парлаг О.О., <sup>1</sup>Маслюк В.Т., <sup>1</sup>Потоки І.С., <sup>2</sup>Коханюк О.І.

<sup>1</sup>Інститут електронної фізики НАН України, м.Ужгород

<sup>2</sup>Обласна державна лабораторія ветеринарної медицини в Закарпатській області, м.Ужгород

## МОНІТОРИНГ ВМІСТУ ПРИРОДНИХ ТА ШТУЧНИХ РАДІОНУКЛІДІВ У ПОВЕРХНЕВИХ ШАРАХ ҐРУНТУ М. УЖГОРОД

Представлено результати моніторингу вмісту <sup>40</sup>K, <sup>228</sup>Ac, <sup>212</sup>Pb, <sup>208</sup>Tl, <sup>226</sup>Ra, <sup>214</sup>Pb, <sup>214</sup>Bi та <sup>137</sup>Cs у поверхневих шарах ґрунту міста Ужгород. Виміряні значення питомої активності свідчать про їх сталість у більшості точок пробовідбору та відсутність техногенного забруднення.

**Ключові слова:** моніторинг, природні та штучні радіонукліди, гамма-спектрометрія, фонові значення питомої активності.

Представлены результаты мониторинга содержания <sup>40</sup>K, <sup>228</sup>Ac, <sup>212</sup>Pb, <sup>208</sup>Tl, <sup>226</sup>Ra, <sup>214</sup>Pb, <sup>214</sup>Bi и <sup>137</sup>Cs в поверхностных слоях почвы города Ужгорода. Измеренные значения удельной активности свидетельствуют об их постоянстве в большинстве точек пробоотбора и отсутствии техногенного загрязнения.

**Ключевые слова:** мониторинг, природные и техногенные радионуклиды, гамма-спектрометрия, фоновые значения удельной активности.

© Парлаг О.О., Маслюк В.Т., Потоки І.С., Коханюк О.І., 2013

The results of gamma-spectroscopic measurement of the  $^{40}\text{K}$ ,  $^{228}\text{Ac}$ ,  $^{212}\text{Pb}$ ,  $^{208}\text{Tl}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$  and  $^{137}\text{Cs}$  content in the surface soil probes of Uzhgorod area are presented. Measured values of specific activities show their stability in the most of sample points and absence of technological pollution.

**Key words:** monitoring, natural and artificial radionuclide, gamma-spectrometry, background activity, specific activity.

**Актуальність теми.** Глобальна середньорічна доза іонізуючого випромінювання на населення складає 2,8 мЗв. Понад 85% (2,4 мЗв) припадає на природні джерела радіоактивності, а саме від розпаду природних радіонуклідів. Основний внесок у зовнішню дозу опромінення населення, яке проживає в містах, створюють радіонукліди ланцюжків розпаду рядів  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{238}\text{U}$  та  $^{40}\text{K}$  [3, 5]. Тому моніторинг вмісту природних та штучних радіонуклідів у ґрунтах на окремих територіях – актуальна задача. Використовуючи результати вимірювань питомої активності природних радіонуклідів, можна оцінити внесок у середньорічну ефективну дозу для групи населення по зовнішньому опромінюванню.

**Результати досліджень.** У представленій роботі приведені результати вимірів питомої активності природних радіонуклідів: членів ланцюжків розпаду рядів  $^{232}\text{Th}$  ( $^{208}\text{Tl}$ ,  $^{212}\text{Pb}$ ,  $^{228}\text{Ac}$ ),  $^{238}\text{U}$  ( $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$ ) та  $^{40}\text{K}$  та техногенного  $^{137}\text{Cs}$ , які містяться у поверхневих шарах ґрунту м. Ужгород.

Відбір проб ґрунту проводився у 37 точках зон, які мають різне техногенне навантаження, у 2010–2012 роках. Точки відбору проб представлені на мапі (рис. 1). Проби висушувалися до повітряно-сухого стану. З них видалялися сторонні включення (каміння, коріння рослин і т.п.) та розтиралися до 100–200 меш і розміщувалися у стандартних герметичних контейнерах з пластмаси товщиною 0,1 мм та об'ємом 0,5 дм<sup>3</sup>, у яких і проводилися їх подальші виміри гамма-активності.

Виміри питомої активності радіонуклідів у пробах ґрунтів проводилися в низькофоновій лабораторії відділу фотоядерних процесів ІЕФ НАН України. Для досліджень використовувався сертифікований гамма-спектрометричний комплекс «SBS-40» з коаксіальним напівпровідниковим Ge(Li) детектором, який знаходився в комбінованому захисті, що дозволяло зменшити власний фон відносно фонових умов лабораторії [1].

Калібрувальні виміри залежності ефективності реєстрації від енергії гамма-квантів проводилися з застосуванням атестованих об'ємних радіоізотопних джерел. Роздільна здатність спектрометра становила 3,5 кеВ для лінії  $^{60}\text{Co}$  (1332,2 кеВ).

Ефективність реєстрації гамма-квантів задавалася співвідношенням:

$$\ln \varepsilon = a_1 \frac{\ln E}{E_0} + a_2 \left( \frac{\ln E}{E_0} \right)^2 + a_3 \left( \frac{\ln E}{E_0} \right)^3 - \frac{a_4}{E_\gamma} \quad (1)$$

де  $E_0 = 1$  кеВ,  $a_1 = -0.190909$ ,  $a_2 = -0.219507$ ,  $a_3 = 4421.445000$ ,  $a_4 = 0.016064$ ,  $E_\gamma = 1.844209$ .

Виміри активності проб проводилися в однакових геометричних умовах. Час виміру становив 20000 секунд. Під час проведення вимірів здійснювався контроль роботи спектрометричного комплексу по наступних параметрах: дрейф каналів, роздільна здатність та ефективність реєстрації випромінювання гамма-квантів. Зміна вказаних параметрів протягом часу вимірів не перевищувала 1%. Статистична похибка вимірюваних інтенсивностей фотопиків не перевищувала  $8 \div 10$  %.

Значення питомої активності гамма-активних радіонуклідів в поверхневих шарах ґрунту в м. Ужгород представлені в таблиці 1.

Порівняння отриманих значень з результатами аналогічних досліджень, проведених у 2011 р. [2], вказують на сталість їх чисельних значень практично для всіх точок відбору.

З отриманих значень питомої активності, проведена оцінка середньорічної ефективної дози [3] для населення м. Ужгород по зовнішньому опромінюванню (рис. 2). На цьому ж рисунку представлені значення середньорічної ефективної дози для країн Європи [4].

Середнє значення поглиненої дози за період 2010–2012 років дорівнює  $32,0 \pm 1,9$  нГр год<sup>-1</sup>, середнє значення індексу зовнішньої небезпеки від природних радіонуклідів 0,18 та середнє значення середньорічної ефективної дози  $3,9 \pm 0,3$  Зв  $10^{-5}$ .

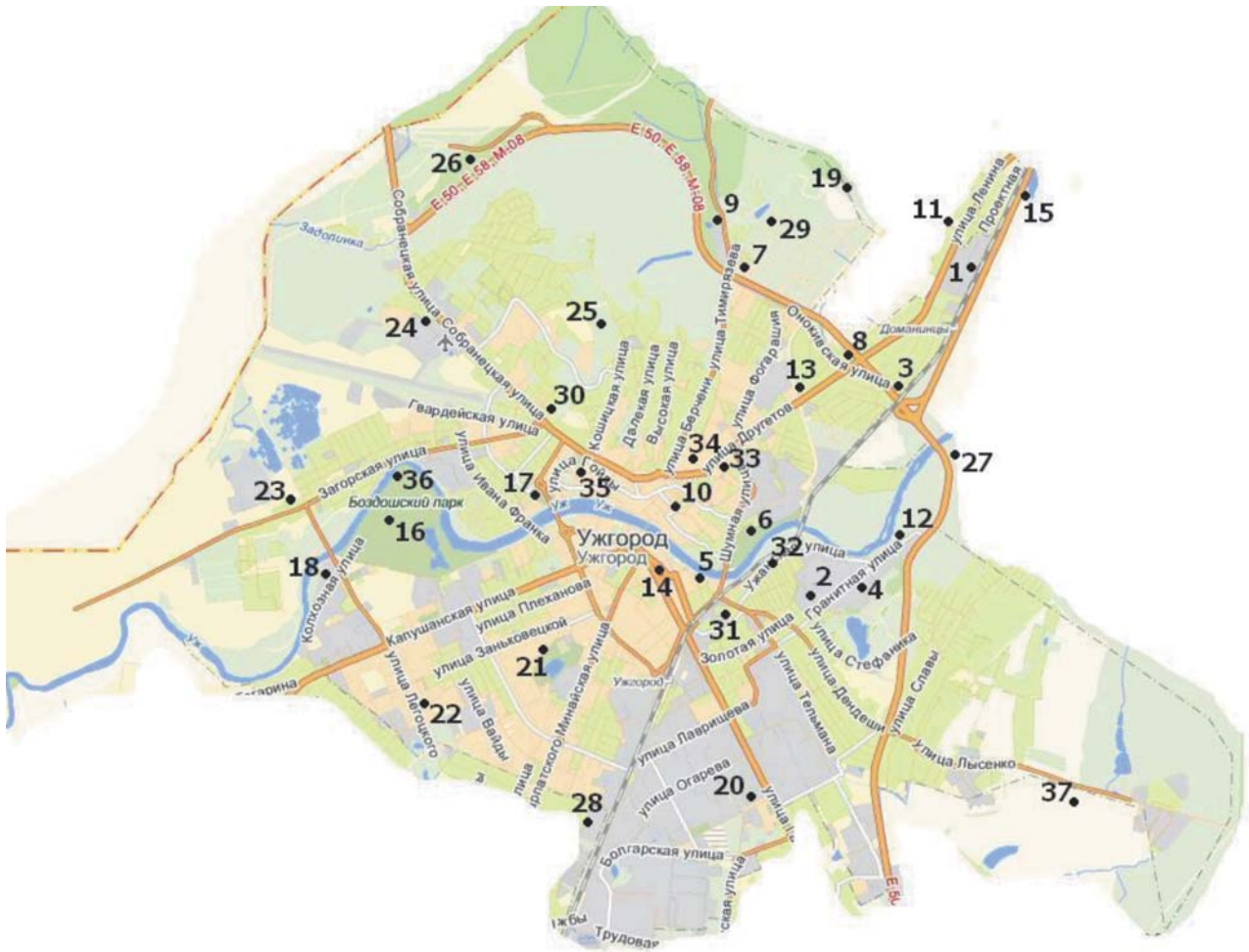


Рис. 1. Точки відбору проб у місті Ужгород

Таблиця 1

**Значення питомої активності  $\gamma$ -активних радіонуклідів в поверхневих шарах ґрунту в м. Ужгород**

|                   | 2010 р. |       |       | 2011 р. |       |       | 2012 р. |       |       |
|-------------------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|
|                   | мін.    | мак.  | сер.  | мін.    | мак.  | сер.  | мін.    | мак.  | сер.  |
| <sup>226</sup> Ra | 25,9    | 119,9 | 58,8  | 21,3    | 91,5  | 57,4  | 37,3    | 131,2 | 68,7  |
| <sup>212</sup> Pb | 3,2     | 34,3  | 21,1  | 5,7     | 40,4  | 21,4  | 14,0    | 61,4  | 26,1  |
| <sup>228</sup> Ac | 15,8    | 121,6 | 32,0  | 14,6    | 44,6  | 21,7  | 10,5    | 36,8  | 25,1  |
| <sup>214</sup> Pb | 13,1    | 26,0  | 18,4  | 9,3     | 26,5  | 16,9  | 14,0    | 31,0  | 23,2  |
| <sup>208</sup> Tl | 4,6     | 9,5   | 7,2   | 3,2     | 18,9  | 7,5   | 3,8     | 12,7  | 7,9   |
| <sup>214</sup> Bi | 11,8    | 22,9  | 17,0  | 9,6     | 30,2  | 16,4  | 13,3    | 30,8  | 23,0  |
| <sup>137</sup> Cs | 1,6     | 10,2  | 4,3   | 2,8     | 13,3  | 6,7   | 1,9     | 14,8  | 6,2   |
| <sup>228</sup> Ac | 14,8    | 33,4  | 23,0  | 13,5    | 37,9  | 21,5  | 14,4    | 34,0  | 24,8  |
| <sup>40</sup> K   | 198,3   | 355,0 | 282,9 | 154,5   | 412,8 | 274,2 | 232,1   | 484,9 | 310,4 |
| <sup>208</sup> Tl | 6,9     | 13,1  | 9,6   | 5,4     | 14,5  | 9,0   | 6,3     | 17,6  | 10,7  |

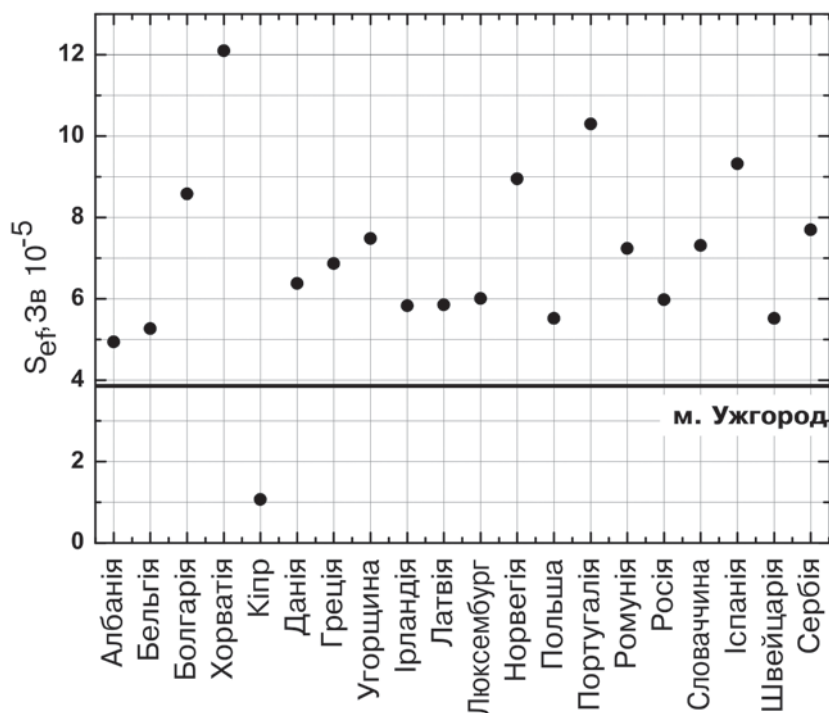


Рис. 2. Середньорічна ефективна доза. Лінія – м. Ужгород, точки – країни Європи

**Висновки.** Проведено виміри питомої активності ланцюжків розпаду радіонуклідів рядів  $^{232}\text{Th}$  ( $^{208}\text{Tl}$ ,  $^{212}\text{Pb}$ ,  $^{228}\text{Ac}$ ), та  $^{238}\text{U}$  ( $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$ ) і  $^{40}\text{K}$  також техногенного  $^{137}\text{Cs}$  у пробах поверхневих шарів ґрунту м. Ужгород, відібраних для аналізу протягом 2010–2012 років.

Встановлено середні фонові значення питомої активності для природних радіонуклідів:  $^{40}\text{K}$   $\sim 289,2 \pm 11,9$  Бк  $\text{кг}^{-1}$ ,  $^{232}\text{Th}$  (по  $^{228}\text{Ac}$ )  $\sim 23,1 \pm 2,0$  Бк  $\text{кг}^{-1}$  та  $^{226}\text{Ra}$  (по  $^{214}\text{Bi}$ )  $\sim 18,8 \pm 1,2$  Бк  $\text{кг}^{-1}$ . Порівняння отриманих значень питомої активності з результатами аналогічних досліджень, проведених у 2001, 2006 - 2011 роках, вказують на сталість їх значень практично для всіх точок.

Проведено оцінки значень поглиненої дози, індексу зовнішньої небезпеки від природних радіонуклідів та ефективної дози для м. Ужгород протягом 2010–2012 років. Середнє значення поглиненої дози за цей період  $32,0 \pm 1,9$  нГр  $\text{год}^{-1}$ , середнє значення індексу зовнішньої небезпеки від природних радіонуклідів 0,18 та середнє значення середньорічної ефективної дози дорівнює  $3,9 \pm 0,3$  Зв  $10^{-5}$ .

### Література

1. Парлаг О. Практика екологічного моніторингу гамма-активних нуклідів Закарпаття // Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції «І Всеукраїнський з'їзд екологів». 4-7 жовтня 2006 р. / О. Парлаг, В. Маслюк. – Вінниця. – С. 173.
2. Потокі І.С. Моніторинг вмісту природних та техногенних радіонуклідів у поверхневих шарах ґрунту міста Ужгород. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Фізика. № 30. – 2011. – С. 181–187.
3. R. Baldık • H. Aytakin • M. Erer Radioactivity measurements and radiation dose assessments due to natural radiation in Karabük (Turkey). Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol. 289. – 2011. p. 297–302.
4. Dragović S., L. Mandić, M. Momčilović, A. Onjia Population doses from terrestrial gamma exposure in Serbia. Arch Oncol; 15(3-4). – 2007, p. 78-80.
5. H. Orabi, A. Al-Shareaif, M. El Galefi Gamma-ray measurements of naturally occurring radioactive sample from Alkharje City. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol. 269. – 2006. p. 99–102.

Поступила в редакцію 28 квітня 2012 р.

Рекомендував до друку д.г.-м.н. О.М. Адаменко