

УДК 504.064.3:574:539.166

НИЗЬКОФОНОВИЙ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ҐРУНТІВ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ „ЗАЧАРОВАНИЙ КРАЙ”

¹Симканич О.І., ¹Сухарев С.М., ²Маслюк В.Т., ²Стець М.В.

¹Ужгородський національний університет, 88000 м. Ужгород, вул. Підгірна, 46.

²Інститут електронної фізики НАН України, 88000 Ужгород,
вул. Університетська 21.

Дані [1] свідчать про те, що внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС у 1986 році, практично вся територія України зазнала забруднення радіонуклідами. Серед найбільш поширених радіонуклідів, які характеризують даний процес є вміст природних гамма-активних нуклідів (ГАН) рядів урану ^{238}U (^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{226}Ra), торію ^{232}Th (^{212}Pb , ^{212}Bi , ^{228}Ac , ^{208}Tl), а також природного ^{40}K та техногенного ^{137}Cs [2].

В роботах [3] показано, що найбільш інформативні дані про радіоекологічний стан природного середовища отримують при поширеному визначенні активності радіонуклідів у вертикальному розрізі ґрунтів зони дослідження. Це дає можливість з'ясувати характер розподілу радіонуклідів по профілю зони дослідження, механізм та параметри переносу радіонуклідів на досліджуваній території, що були затримані верхнім, деревним ярусом рослинності і вже через рік опинилися на ґрунті.

Таким чином, ґрунтовий покрив став своєрідним „депо” радіонуклідів і першою ланкою у ланцюгу міграції довгоживучих радіоактивних елементів по трофічних шляхах до людини. Тому радіоекологічні дослідження ґрунтів мають актуальне значення для оцінки впливу техногенних факторів на стан довкілля [4].

Фоновий моніторинг, який проводиться на заповідних територіях, дає інформацію про фонове забруднення даної місцевості, а отримані результати служать еталоном для визначення ступеня забрудненості інших територій. Основним методом визначення забрудненості території радіонуклідами є

гамма-спектроскопія [5-9]. Саме цей метод був обраний нами для дослідження.

В даній роботі представлено результати проведених у 2009 р. низькофонових досліджень гамма-активності зразків ґрунтів. Як об'єкт дослідження було обрано ґрунти геологічного заказника загальнодержавного значення „Зачарована Долина”, якому Указом Президента України у 2009 р. було надано статусу Національного природного парку „Зачарований край”. Предметом дослідження є питома активність у ландшафтних зразках природного парку ГАН рядів урану-238 і торію-232, а також вмісту в них природного ^{40}K та техногенного ^{137}Cs . Метою є проведення фонового моніторингу вмісту радіонуклідів в ґрунтах Національного природного парку „Зачарований край”.

Вибір даної місцевості зумовлений як значною площею досліджуваної території, так і значним перепадом висот, що може вплинути на особливості геохімічного складу ґрунтів та поширення в них радіонуклідів у межах даного об'єкту. Дані отримані при проведенні дослідження можуть бути використані для паспортизації ґрунтів даного регіону.

Експериментальна частина

В даній роботі досліджувався питоми вміст гамма-активних нуклідів (ГАН) природних рядів урану ^{238}U (^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{226}Ra), торію ^{232}Th (^{212}Pb , ^{212}Bi , ^{228}Ac , ^{208}Tl), а також природного ^{40}K та техногенного ^{137}Cs .

Відбір проб ґрунтів, підготовка їх до аналізу, транспортування та зберігання здійснювалось у відповідності з ГОСТ

17.4.3.01 – 83, ГОСТ 17.4.4.02 – 84 [10,11]. Ґрунти для аналізу відбиралися як на вершинах гір, так і вздовж схилів за допомогою циліндричного пробовідбірника, пошарово на глибинах 0-20 см, 20-50 см,

>50 см. Це дозволяє визначити як вміст хімічних елементів, так і питомі активності радіонуклідів у відповідних шарах. Точки в яких проводився відбір проб позначено на рис. 1.

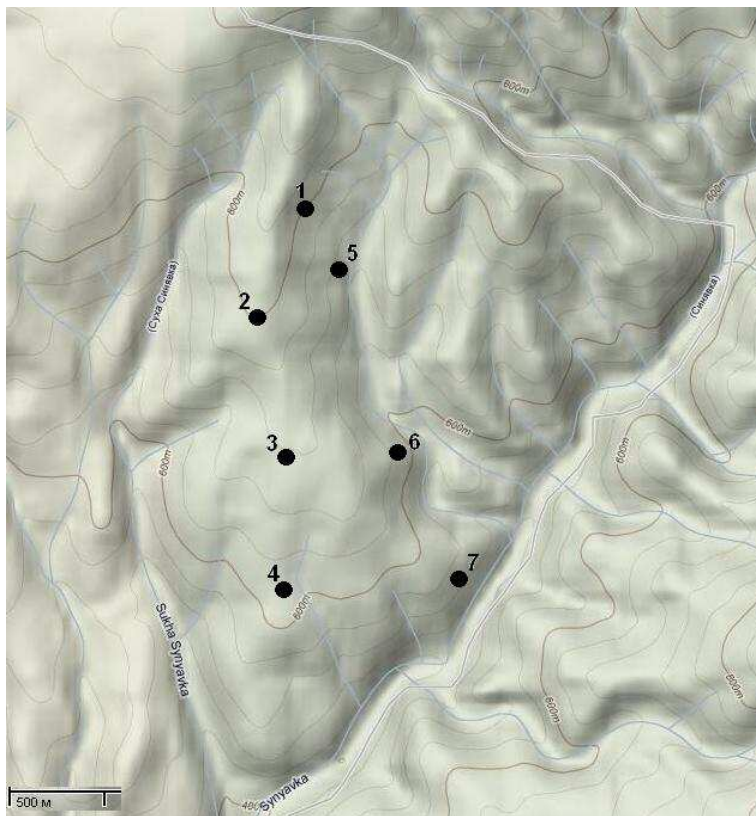


Рис. 1. Точки пробовідбору ґрунтів в Національному природному парку «Зачарований край».

Виміри абсолютної активності проб ґрунтів проводилися в низькофоновій лабораторії відділу фотоядерних процесів ІЕФ НАН України на гамма-спектрометричному комплексі "SBS-40" з коаксіальним напівпровідниковим Ge (Li)-детектором високого розділення з ефективним об'ємом 100 см^3 [12,13].

Для обробки спектрометричної інформації та ідентифікації гамма-активних нуклідів використовувався стандартний комплекс програм з базою даних понад 360 ізотопів для енергетичного діапазону 45–3000 кеВ.

Перед початком вимірювань, було проведено калібрування спектрофотометра "SBS-40" по енергії за допомогою еталонних джерел гамма-випромінювання КОУСН. Еталонне джерело (КОУНС) являє собою посудину Марінеллі заповнену стандартним зразком. За енергіями активації проводимо

калібрування приладу по енергії гамма-променів (номер каналу). Вимірювання проводимо протягом 5000 секунд. Наступний крок передбачає вимірювання фону експериментальної установки та проведення її підкалібровки за допомогою точкового джерела ^{60}Co . Вимірювання проводимо протягом 600 секунд.

Для проведення безпосередніх вимірювань наважку підготовлених проб ґрунту насипаємо у посудину Марінеллі, яку потім поміщаємо у свинцевий будиночок для вимірювання питомої гамма-активності проб ґрунту. Час вимірювання складає 5000 с. Після чого проводимо ідентифікацію джерел гамма-випромінювання за їх енергетичним спектром. Роздільна здатність гамма-спектрометру складала 3.92 кеВ для лінії ^{57}Co 1172 кеВ та 3.98 для лінії ^{60}Co 1332.50 кеВ.

Під час проведення вимірів зразків ґрунтів, постійно здійснювався контроль спектрометричного комплексу за наступними параметрами: дрейф каналів, роздільна здатність та ефективність реєстрації випромінювання гамма-нуклідів. Виміри показали, що зміна вказаних параметрів протягом часу вимірювання не перевищувала 1–3 % .

Результати та їх обговорення

Значення питомої активності радіонуклідів у ґрунтах дослідженої території представлено у табл. 1.

Гамма-спектрометричний аналіз засвідчив наявність в ґрунтах Національного природного парку „Зачарований край” поряд

з природними радіонуклідами (^{40}K та представниками уранового та торієвого рядів – $^{212,214}\text{Pb}$, $^{212,214}\text{Bi}$, ^{208}Tl , ^{226}Ra , ^{228}Ac , тощо), ізотопу ^{137}Cs техногенного походження.

Для вивчення розподілу радіонуклідів у товщі ґрунту, зразки відбирались пошарово з різної глибини. Це пов'язано з особливостями накопичення та утримання радіонуклідів різними шарами ґрунту. Зокрема, верхній шар характеризується тим, що він є найбільш вразливим до зовнішнього впливу, тому крім природоутворюючих він може містити радіонукліди й техногенного походження. Для середнього шару характерною є міграція радіонуклідів з верхнього. Нижньому шару притаманний спектр радіонуклідів, який формується внаслідок природних геохімічних процесів.

Таблиця 1. Питомі активності (Бк/кг) радіонуклідів в зразках ґрунту Національного природного парку „Зачарований край” (n=6, P=0,95).

Точка пробо-відбору	Шар	Питомі активності радіонуклідів, Бк/кг								
		^{40}K	^{137}Cs	^{214}Pb	^{214}Bi	^{226}Ra	^{212}Pb	^{212}Bi	^{228}Ac	^{208}Tl
1	Верхній	164,4	15,1	–	29,1	118,3	30,1	–	26,9	16,4
	Середній	211,3	4,7	14,0	26,5	–	28,1	–	42,5	10,6
	Нижній	205,0	–	20,4	16,7	–	25,1	41,5	55,4	9,5
2	Верхній	82,5	35,1	14,9	16,6	–	23,8	–	52,4	7,7
	Середній	139,1	6,8	–	12,6	–	22,9	–	31,9	8,6
	Нижній	78,7	7,8	12,1	17,6	112,5	18,8	–	–	14,4
3	Верхній	200,3	10,2	16,5	20,4	–	18,7	28,1	19,5	6,8
	Середній	208,1	–	23,1	39,6	–	33,5	–	41,2	13,3
	Нижній	191,8	–	20,8	22,5	104,9	31,1	33,1	35,4	11,2
4	Верхній	48,6	–	–	16,2	–	27,2	17,0	24,0	8,6
	Середній	26,6	–	7,4	16,9	–	20,9	–	20,8	8,9
	Нижній	31,5	–	8,4	11,3	–	26,1	–	29,3	9,5
5	Верхній	158,1	34,6	8,7	10,5	–	24,9	–	26,9	7,7
	Середній	92,3	7,4	15,9	16,5	–	23,8	–	46,8	9,7
	Нижній	91,8	–	12,4	14,7	–	22,1	–	35,6	11,4
6	Верхній	127,2	18,8	14,2	18,4	–	18,4	–	11,6	9,4
	Середній	17,5	3,9	12,8	2,8	–	16,3	–	–	8,9
	Нижній	23,0	5,9	10,8	8,9	–	20,6	–	33,4	7,2
7	Верхній	173,4	29,3	19,6	38,9	–	24,3	–	31,8	13,9
	Середній	158,7	15,3	18,7	13,9	–	19,7	–	40,7	17,6
	Нижній	180,2	15,9	16,8	20,3	–	29,6	–	34,1	10,9

Як видно з таблиці вертикальна міграція техногенного ^{137}Cs в ґрунті протікає з малою швидкістю, а отже основна його

частина зосереджена в межах верхнього шару, який найбільше зазнає зовнішнього впливу. Це може бути зумовлено впливом

органічної матриці верхнього шару та процесом адсорбції, що й призводить до затруднення міграції ^{137}Cs у нижні шари ґрунту. В нижніх шарах значення активностей ^{137}Cs є незначною, що в свою чергу зумовлено захищеністю нижнього шару.

Основний внесок у природну гамма-активність ґрунтів досліджуваних територій дає природний ізотоп ^{40}K . У всіх точках пробовідбору, а також у всіх шарах ґрунту його питома активність є найбільшою у порівнянні з активністю інших виявлених радіонуклідів і слабо змінюється при переході від верхнього до нижнього шару. Це зумовлено його природним поширенням у ґрунтах [14]. Високий вміст ^{40}K не свідчить про забруднення ґрунтів.

Активності представників радіоактивних рядів урану і торію є низькими і практично не змінюються при переході від верхнього шару до нижнього та від точки до точки. Таку поведінку природних радіонуклідів можна пояснити тим, що їхній вміст у ґрунті зумовлений його геохімічною будовою, а самі радіоактивні ізотопи мають великий період піврозпаду та малу рухомість.

Для оцінки розподілу питомої активності радіонуклідів за висотою місцевості побудована відповідна діаграма, яка представлена на рис. 2. На цій діаграмі приведені середньо-арифметичні значення питомих активностей радіонуклідів для кожної точки пробовідбору.

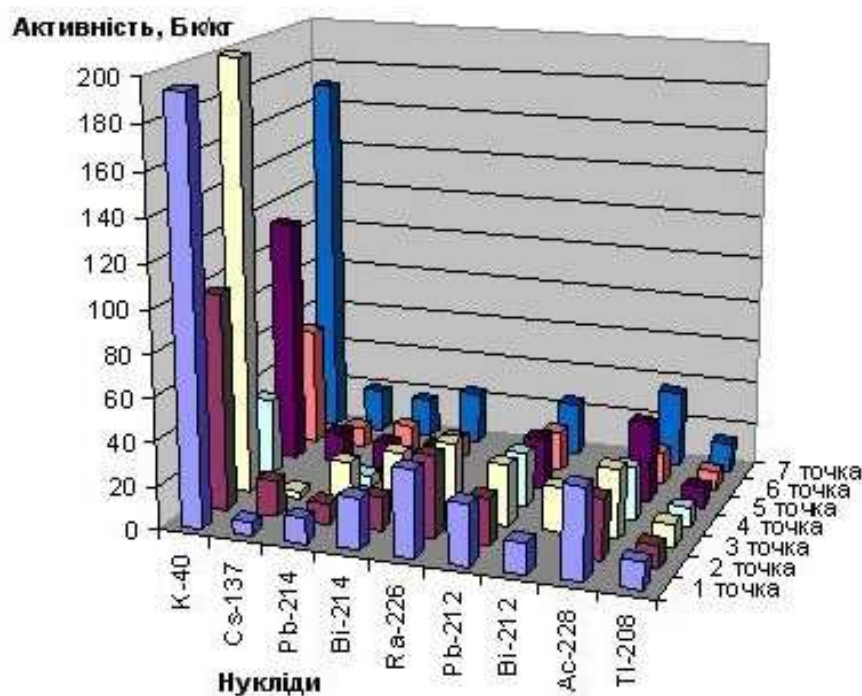


Рис. 2. Зміна активностей радіонуклідів з висотою місцевості над рівнем моря: 1 точка – 800 м., 2 точка – 800 м., 3 точка – 711 м., 4 точка – 620 м., 5 точка – 711 м., 6 точка – 630 м., 7 точка – 526 м.

З даної діаграми видно, що середня активність ^{208}Tl та ^{212}Pb майже не змінюється при переході від точки до точки, що свідчить про природний розподіл цих радіонуклідів і геохімічний знос практично не спостерігається. Середні значення активностей ^{228}Ac , ^{214}Bi , ^{214}Pb , ^{137}Cs , ^{40}K змінюється стрибкоподібно, що можливо зумовлено складчастістю досліджуваних зон.

Такий розподіл є природним. ^{226}Ra виявлений тільки у перших трьох точках пробовідбору, розташованих на вершині хребта. Середня активність ^{226}Ra в даних точках є майже однаковою. Даний розподіл можна пояснювати тим, що гірські масиви є своєрідними природними перепонами на шляху хмар з радіоактивними викидами. Наші міркування узгоджуються з даними [3].

Висновки

Визначено питому активність природоутворюючих (^{40}K та радіонуклідів рядів ^{232}Th , ^{238}U) гамма-активних компонентів проб ґрунтів Національного природного парку „Зачарований край”. Показано, що вміст радіонуклідів в ґрунтах зумовлено природними геохімічними процесами.

Результати проведених досліджень вказують на відсутність техногенного забруднення природними та штучними радіонуклідами в районах відбору проб, що свідчить про їх екологічну чистоту. Одержані дані можуть бути використані для паспортизації ґрунтів (фоновий стан), що дозволить проводити оцінку стану ґрунтів прилеглих територій по вмісту в них гамма-активних радіонуклідів.

Література

1. Чернобыльская катастрофа. – К.: Наукова Думка, 1995. – 560 с.
2. Основи лісової радіоекології. – К.: Ярмарок, 1999. – 252 с.
3. Грабовський В.А., Дзендзелюк О.С., Трофімук А.В. // Вісник Львівського університету. Серія фізична. – 2008. – Вип. 42. – С. 182-187.
4. Грабовський В.А., Дзендзелюк О.С., Дуцяк Г.З. // Проблеми геоморфології і палеографії Українських Карпат і прилеглих територій: Збірник наукових праць. – Львів: Видавн. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2006. – С. 282-285.
5. Грабовський В.А. Прикладна спектрометрія йонізуючих випромінювань: Навчальний посібник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 296 с.
6. Иохельсон С.Б., Казаков Ю.В. // В кн.: Спектрометрические методы анализа радиоактивного загрязнения почв и аэрозолей. Доклады на Всесоюзном совещании в г. Обнинске 27 - 31 марта 1972. – М.: Гидрометеиздат, 1974. – С. 77.
7. Парлаг О.О., Маслюк В.Т. // Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції “І-й Всеукраїнський з’їзд екологів”. – Вінниця 4-7 жовтня 2006 року. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – С. 173.
8. Парлаг О.О., Маслюк В.Т., Пуга П.П. та інші // Науковий вісник Ужгородського ун-ту. Серія Хімія. – 2001. – Вип. 6. – С. 98 – 102.
9. Парлаг О.О., Стець М.В., Маслюк В.Т. та інші // Науковий вісник Ужгородського університету, Серія Фізика. – 1999. № 5, – С. 129 – 133.
10. ГОСТ 17.4.3.01 – 83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. – Введ. 01.07.84.
11. ГОСТ 17.4.4.02 – 84 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – Введ.01.01.86.
12. Парлаг О.О., Маслюк В.Т., Бузаш В.М., Чундак С.Ю., Потокі І.С. // Науковий вісник Ужгородського університету. Сер. Хімія. – 2005.- Вип. 13-14. – С.180-185.
13. Симканич Н.І., Стець М.В., Цикун Т.В., Чубар С.І. // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Фізика. – 2007. – С. 173-176.
14. Парлаг О.О., Маслюк В.Т., Чундак С.Ю., Потокі І.С., Гуштан Д.В. // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Хімія. – 2007. – Вип. 18. – С.112-115.

LOW-BACKGROUND GAMMA-SPECTROMETRIC MONITORING OF GROUNDS OF THE NATIONAL NATURAL PARK „ZACHAROVANY KRAY”

Symkanych O.I, Sukharev S.N., Maslyuk V.T., Stets M.W.

Specific activity of naturally-composed gamma-active components of soil samples from the National Natural Park „Zacharovany kray” is determined (^{40}K and radio nuclides of ^{238}Th , and ^{238}U series). It is also indicated that the content of radio nuclides in the soil samples is caused by natural geochemical processes.

The results of the analysis conducted show the absence of pollution caused by technological activities of people by natural and synthetic radio nuclides in the areas where the samples were taken which indicates that they are ecologically pure. Received data can be used for passportization of soils which will allow the evaluation of the state of soils from approximate areas based on their content of gamma-active radio nuclides.