

ПРО СПЕКТРАЛЬНИЙ СКЛАД ПРИРОДНОЇ ГАММА-АКТИВНОСТІ

**О.О. Парлаг, М.В. Стець, В.Т.Маслюк,
П.П.Пуга, І.А.Сенинець***

Інститут електронної фізики Національної академії наук України,
88016 м. Ужгород, вул. Університетська, 21.

e-mail: ier@ier.uzhgorod.ua

*Ужгородський державний університет,
88000 м. Ужгород, вул. Підгірна, 46.

Представлено результати попередніх вимірів природнього фону методом напівпровідникової гамма-спектрометрії та проаналізовано спектральний склад його гамма-активних компонент.

Вступ

При вирішенні багатьох прикладних задач (активаційний аналіз; аналіз проб з кларковим вмістом радіоактивних речовин; контроль чистоти вихідних матеріалів при технологічних процесах; контроль за міграцією подільних матеріалів; екологічні, геофізичні виміри; аналіз рівноваги у рядах розпаду та інші) вимагається надійне дослідження фонових умов проведення вимірів та знання спектрального складу природнього фону. Крім того, інтенсивності фонових ліній виміряних у різних лабораторіях можуть суттєво відрізнятися, але співставлення фонових спектрів дозволяє встановити загальні закономірності, виявити джерела і природу фону, визначити місцеві аномалії [1]. Тому вивчення спектрального складу природнього фону не втрачає актуальності. Цьому питанню присвячено багато досліджень, які проводилися багатьма лабораторіями у різний час [1-9]. У роботах [2-6] представлено вичерпну характеристику природніх та штучних радіоактивних джерел, формуючих фон Землі до Чорнобильської катастрофи. Але

найбільший інтерес представляють результати вимірів які проводилися у лабораторіях нашої країни, це данні кафедри ядерної фізики Київського державного університету [6] та Інституті ядерних досліджень АН України [7]. Треба відмітити, що природня радіоактивність у вказаних роботах досліджувалася методом напівпровідникової гамма-спектрометрії - одним з найнадійнішим та найінформативнішим методом [1,3,4].

Експериментальна частина та результати досліджень

Виміри здійснювалися в низькофоновій лабораторії Відділу фотоядерних процесів ІЕФ НАН України з використанням гама-спектрометричного комплексу на базі одноплатного спектрометру "SBS-40" у конструктиві ЕОМ "Pentium II" та циліндричного напівпровідникового Ge (Li)- детектора високого розділення з об'ємом 100 см³. Для обробки спектрометричної інформації та ідентифікації гама-активних нуклідів використовувався стандартний комплекс програм з базою даних понад 360

ізоотопів для енергетичного діапазону 45 - 3100 кеВ. Енергетична ширина каналу вибиралася з умови оптимального забезпечення співвідношення фотопик - комптоновське випромінювання. Роздільна здатність гама-спектрометру складала 2.01 кеВ для лінії Со-57 122.06 кеВ. Ефективність вимірів контролювалася за допомогою стандартного об'ємного джерела спеціального призначення Eu-152 та стандартних точкових джерел. Під час проведення фонових вимірів постійно здійснювався контроль спектрометричного комплексу по слідуєчих параметрах: дрейф каналів, роздільна здатність та ефективність реєстрації випромінювання гама-нуклідів. Виміри показали, що зміна вказаних параметрів протягом часу вимірювання не перевищувала 1 % .

У роботі представлені результати вимірів фону, які проводилися на протязі трьох місяців. Здійснювалися серії вимірів двох типів: детектор знаходився у спеціальному комбінованому захисті (типу "будинка" з шарами міді 8 мм, алюмінію 3 мм, кадмію 1 мм та свинцю 95 мм) та без нього. Час вимірів складав від 4 - 15 годин. На рис. 1. наведено типовий спектр природнього гамма-випромінювання з часом експозиції 14 годин (верхній спектр). На цьому ж малюнку представлено спектр, виміряний у комбінованому захисті (нижній спектр). У таблиці 1 приведені значення апаратної енергії, центру важкості гаусіанів, описуючих фоніві гамма-лінії, їх роздільна здатність, значення інтенсивності з похибкою у процентах та інтерпртацію з врахуванням даних робіт [5 - 11].

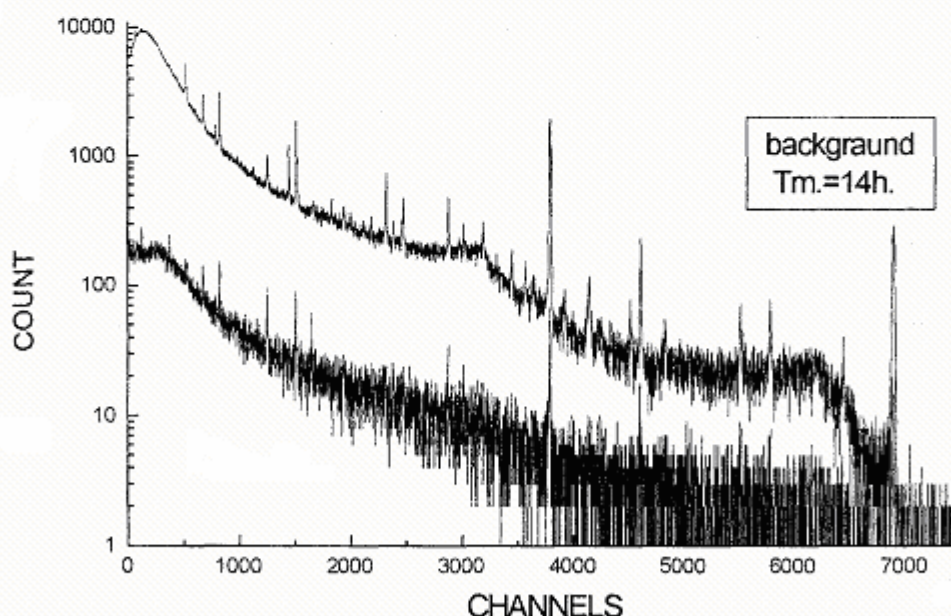


Рис. 1. Апаратний спектр природнього гамма-випромінювання (час виміру 14 годин).

Таблиця 1. Характеристики спектрального складу природнього фону.

Енергія, кеВ	Центр, канал	Інтенсивність, імп/сек	Роздільна здатність, кеВ	Нуклід	Лінія, кеВ
1	2	3	4	5	6
73.78	76.04	0.11748(6.4)	2.89(.02)	Pa-234	73.900
76.08	82.22	0.08473(9.3)	3.04(0.3)	-	
82.987	100.542	0.0647707(8.8)	3.229(0.3)	Th-231	84.210
86.639	110.334	0.114036(4.2)	2.743(0.1)	Np-237	86.503
90.058	119.499	0.045966(7.7)	2.486(0.2)	-	
92.742	126.696	0.0949563(7.2)	2.939(0.2)	U-238 U-238	92.380 92.800
98.218	141.379	0.043336(24)	2.000(0.7)	-	
185.370	375.048	0.0456438(12)	2.047(0.4)	Th-231 U-235 Ra-226	185.715 185.715 186.211
210.241	441.731	0.0386327(20)	3.973(0.6)	-	
238.331	517.043	0.270863(3.8)	2.337(0.1)	Rn-220 Pb-212	238.633 238.625
241.565	525.715	0.0885623(5.4)	2.423(0.2)	Pb-214	241.981
294.920	668.743	0.148685(4.5)	2.287(0.2)	Pb-214	295.213
337.979	784.151	0.0638390(6.8)	2.611(0.2)	Ra-228	338.400
351.650	820.794	0.265993(3.8)	2.495(0.1)	Pb-214	351.921
462.886	1118.931	0.0219095(13)	3.474(0.4)	Pb-214	462.100
510.05	1246.69	0.07689(4.3)	3.58(0.2)	Anigilat	511.000
582.886	1440.556	0.117344(3.2)	2.862(0.1)	Rn-220 Tl-208	583.191 583.139
608.949	1510.408	0.2400330(2.5)	2.864(0.1)	Bi-214	609.312
611.84	1519.78	0.02041(8.5)	2.93(0.3)	-	
727.086	1827.121	0.0217453(10)	2.784(0.4)	Rn-220	727.330
768.264	1937.534	0.0290419(7.6)	4.776(0.3)	Bi-214	768.356
785.709	1984.311	0.0133896(13)	4.417(0.5)	Bi-214 Pb-214	786.100 785.910
794.21	2009.21	0.01855(10)	4.35(0.4)	Cs-134	795.845
805.130	2036.387	0.0130173(13)	4.989(0.5)	Bi-214	806.174
859.30	2183.94	0.01492(12)	3.02(0.5)	Pb-202	960.700
910.785	2319.728	0.0900167(3.4)	3.420(0.2)	Ra-228	911.070
933.434	2380.470	0.0160080(9.5)	4.494(0.4)	Bi-214	934.061
964.295	2463.236	0.0195175(6.0)	3.615(0.3)	Bi-214 Ra-228	964.080 964.600
968.655	2474.929	0.0607420(3.9)	4.058(0.2)	Ra-228	969.110
1028.26	2637.52	0.00790(18)	5.26(0.7)	-	
1119.900	2880.530	0.0639854(3.9)	3.977(0.2)	Bi-214	1120.287
1152.64	2971.40	0.00846(17)	5.32(0.7)	-	
1172.997	3022.952	0.065003(6.1)	4.178(0.3)	Co-60	1173.237
1237.837	3196.878	0.0247505(6.8)	4.192(0.7)	Bi-214	1238.110
1253.30	3241.66	0.00780(17)	5.56(0.7)	-	
1280.026	3309.993	0.0056318(19)	2.964(0.9)	Bi-214	1280.960
1332.686	3451.184	0.014571(7.4)	4.939(0.4)	Co-60	1332.501
1377.577	3571.544	0.0127478(7.0)	3.957(0.3)	Bi-214	1377.820
1401.676	3636.157	0.00816882(11)	4.430(0.5)	Bi-214	1401.50
1454.70	3782.20	0.02769(4.3)	5.55(0.2)	-	
1460.749	3794.543	0.432001(11.5)	4.150(0.1)	K-40	1460.750
1463.54	3805.91	0.05266(3.0)	4.70(0.2)	Bi-214	1509.228
1496.61	3894.67	0.00444(21)	6.03(1.0)	-	
1509.798	3926.050	0.0110846(9.1)	6.039(0.5)	Bi-214	1509.228

1	2	3	4	5	6
1586.22	4135.18	0.00911(7.6)	4.50(0.4)	Ac-228	1588.300
1589.88	4144.99	0.01112(3.3)	4.40(0.2)	-	
1591.97	4150.59	0.00641(4.8)	3.87(0.3)	-	
1597.060	4160.014	0.00496097(11)	6.200(0.6)	Bi-214	1599.310
1620.01	4225.85	0.00549(11)	5.06(0.5)	-	
1628.93	4249.80	0.00266(23)	3.31(1.1)	-	
1662.663	4335.907	0.00563727(8.3)	5.835(0.4)	Bi-214	1661.280
1670.19	4360.54	0.00172(37)	5.36(1.8)	-	
1729.976	4516.384	0.0115136(6.4)	6.254(0.4)	Bi-214	1729.595
1765.259	4610.984	0.0566476(3.4)	5.410(0.2)	Bi-214	1764.494
1798.41	4704.66	0.00080(85)	6.58(4.2)	-	
1839.036	4808.793	0.00204165(34)	6.669(1.7)	Bi-214	1838.360
1848.869	4835.156	0.00880998(6.0)	6.112(0.3)	Bi-214	1847.420
2038.79	5349.79	0.00191(26)	7.06(1.4)	-	
2049.01	5377.21	0.00160(28)	7.06(1.5)	-	
2061.52	5410.79	0.00203(26)	7.06(1.4)	-	
2102.44	5520.61	0.02045(4.1)	7.17(0.3)	Tl-208	2103.000
2111.11	5543.88	0.00348(13)	7.17(0.7)	-	
2119.689	5561.268	0.00316222(16)	7.182(0.9)	Bi-214	2118.550
2123.47	5577.07	0.00422(9.2)	7.17(0.5)	-	
2146.28	5638.29	0.00075(89)	5.58(4.8)	-	
2164.66	5687.60	0.00201(26)	7.27(1.5)	-	
2205.954	5561.268	0.0183034(4.7)	7.012(0.3)	Bi-214	2204.220
2610.84	6885.09	0.01442(2.6)	6.42(0.2)	-	

Висновки

Основний внесок у спектральний склад природнього фону вносить випромінювання природніх радіоактивних ізотопів, які входять у склад земної кори, будівельних матеріалів та атмосфери. А саме: члени ланцюжків радіоактивних рядів Th-232 (Tl-208, Pb-212, Rn-220, Ra-228), U-235 (Th-231, U-235), U-238 (Bi-214, Pb-214, Ra-226, U-238); природній K-40; техногенний Co-60 та постчорнобильський Cs-134. Але особливо треба відмітити наявність Np-237 у спектральному складі природнього фону, який отримується штучним методом.

Активність природніх нуклідів, таких як K-40, Bi-214, Pb-214, виміряних у комбінованому захисті, у 27- 29 разів менше, що дозволяє підвищити точність та надійність аналізу при малих інтенсивностях досліджуваних матеріалів.

Автори висловлюють подяку Монді Г.О. за технічне забезпечення та участь у вимірах.

Робота виконана при підтримці УНТЦ, проект № 576.

1. Бобров В.А. // Лабораторный гамма-спектрометрический анализ естественных радиоактивных элементов. Наука. Новосибирск. 1971.

2. Моисеев А.А., Иванов В.И. // Справочник по дозиметрии и радиационной гигиене. М.: Атомиздат, 1974. с. 352.

3. Ровинский Ф.Я., Иохельсон С.Б., Юшкан Е.И. // Спектрометрические методы радиоизотопного анализа. Сб.: Методы анализа загрязнения окружающей среды. М.: Атомиздат 1978. с. 9 - 62.

4. Шумилин И.П. // Возможности применения Ge(Li)- детектора для анализов естественной радиоактивности. Атомная энергия, 1974, т. 37, № 5, с. 384-389.

5. Мосулишвили Л.М., Харабадзе Н.Е., Тевизиева Т.К. и др. // Спектральный состав гамма-излучения природного фона, измеренного с Ge(Li)- детектором высокого разрешения. Атомная энергия, 1973, т. 35, № 4, с. 275-276.

6. Заяц А.П., Кравцов В.В., Рубцов Ю.К. и др. // Природа и спектральный состав естественного гамма-фона. Сб.: Прикладная ядерная спектроскопия. В. 6. Атомиздат., М., 1976. с.159 - 164.

7. Булкин В.С., Малюк И.А., Огородник А.Ф. и др. // Микроэлементный состав грунтов и растительности заповедника Аскания-Нова. Препринт КИЯИ-94-10. Киев. 1994. с. 23.

8. The Benefits of Using Super-Large Germanium Gamma-Ray Detectors for the Quantitative Determination of Environmental Radionuclides. In: Detectors & Instruments for Nuclear Spectroscopy. "EG&G ORTEC" 1992. p.2-18 - 2-20.

9. Копылов А.В., Череховский В.И. // Естественная радиоактивность конструкционных материалов. Препринт ИЯИ АН СССР, М., 1989. П-0604. с. 1 - 11.

10. Lederer C.M., Shirley V.S. // Table of Isotopes. Seventh edition. John, Wiley and Sons., NY, 1978.

11. Гусев Н.Г., Дмитриев П.П. // Радиоактивные цепочки. Справочник. М.: Атом-издат. с. 88.

ABOUT SPECTRAL COMPONENTS OF ENVIRONMENTAL BACKGROUND GAMMA-ACTIVITY

O.O.Parlag, M.V.Stets, V.T.Maslyuk, P.P.Puga, I.A.Seninec *

Institute of Electron Physics National Academy of Science of Ukraine,
21, Universitetska str., 88016 Uzhgorod, Ukraine.

e-mail: iep@iep.uzhgorod.ua

*Uzhgorod State University,
46, Pidgirna str., 88000 Uzhgorod, Ukraine.

The previous results of measurement environmental background measurements by using the gamma-spectroscopy method and the interpretation obtained spectral components of gamma-activity are presented.