СЪДЪРЖАНИЕ НА ЕСТЕСТВЕНИ РАДИОНУКЛИДИ В РАЙОНА НА МИНИ БУХОВО

NATURAL RADIONUCLIDES ABUNDANCE IN THE REGION OF BUHOVO URANIUM-MINES

N. Arhangelova
Konstantin Preslavsky University of Shumen

K. Berovski
Bulgarian Academy of Sciences – INRNE

D. Dikov
Ecoengeneering PM Ltd.

L. Kostov
INRNE, Bulgarian Nuclear Regulatory Agency

M. Mladenov
Analytical Laboratory "DIAL" Ltd.

I. Penev

H. Protohristov
Bulgarian Academy of Sciences - Institute for Nuclear Research and Nuclear Energy

Ch. Stoyanov

S. Todorov
Bulgarian Academy of Sciences - Institute for Nuclear Research and Nuclear Energy

H. Hristov

V. Velev
Konstantin Preslavsky University of Shumen

S. Ushev
Bulgarian Academy of Sciences – INRNE

N. Uzunov
Konstantin Preslavsky University of Shumen

Abstract

The object of this study is the content of natural radionuclides in the of uranium mines and the adjacent meadows located between the towns Buhovo and Seslavtsi in the southern slopes of Murgash branch of the Balkan Mountains and the foothills of the peak Goten. The interest of this region is due to the fact that there is the highest number of mine heaps in the country located (over 200, with approximately 5 million m^3 rock with total activity about 19 TBq), the result of almost half a century of exploitation of the uranium mines of Buhovo and Seslavtsi.

The content of natural radionuclides in samples, taken directly from the heaps, from the shtolns, from the shafts and from the tailing, as well as in samples taken from soil of the adjacent meadows has been studied in the present work. Measurements were made using the gamma-spectrometric systems in the Laboratory of Nuclear Physics and Radioecology of Shumen University "K. Preslavski"and in the Institute for Nuclear Research and Nuclear Energy-BAS . It was found that the content of natural radionuclides in samples from selected locations near the area of mines Buhovo generally does not exceed the corresponding limits accordingly to the regulation norms issued by the Bulgarian Council of Ministers in 2004. The specific activity of ^{238}U in the samples taken from the old and the new repositories indicates that its content is in quantities exceeding the limits. The specific activity of ^{238}U measured in mine heaps for some samples significantly exceeds the norm. The specific activity of ^{232}Th in the samples taken from Shtoln 93, from Shtoln heap of shaft 32 and "Chora" are 1,5 to 2,5 times the values. In the samples from outside the area of mines high levels of ^{232}Th have not been observed. The measured specific activity of ^{40}K in all samples was within the normal limits.

Keywords: Mines Buhovo, total gamma activity, natural radionuclides, natural radioactivity

ВЪВЕДЕНИЕ

Години след прекратяване на дейностите по добив на уранова руда и преработка на уранова суровин в България [1], [2], въздействието на разпръснатите радиоактивни продукти в околната среда все още продължава. Продължава също и генерирането на прахови емисии и замърсени води, а от там и замърсяването с радиоактивност на почви, флора и фауна. Поради това, особено важни са изследванията, свързани със съдържанието на редица радионуклиди, които остават за дълго време с почти постоянна активност в биосферата и участват непосредствено в биологичния кръговрат на веществата.

В настоящата работа е направен анализ на съдържанието на дългоживеещите изотопи на уран и техните дъщерни продукти в почви и в отпадъчен материал от руда, взети от закритите хвостохранилища и табани в района на Буховското минно поле. Идеята за такъв анализ е продиктувана от факта, че в посочените райони все още се измерват високи стойности на специфичната активност на урановите продукти, което представлява реална опасност за екологичното равновесие в района.

СЪВРЕМЕННА КАРТИНА НА РАЙОНА НА БУХОВСКОТО МИННО ПОЛЕ

Мащабното добиване на уран в България започва в края на 40-те и началото на 50-те години на миналия век. В периода 1950 – 1992 г. са разработени и експлоатирани общо от 19 находища. Гео-технологичния добив и сформирането на отвали с повишено съдържание на радиоактивни елементи се явяват постоянен източник на дренажни води, които замърсяват почвите в тези райони. Отпадъкът от преработката на руда е изхвърлян в околната среда, а повърхностно течащите води са замърсили речната мрежа и значителни площи земеделски земи [3].

Исторически първото и едно от най-важните находища на уран в България се намира в района на гр. Бухово. Находището е от жилен генетичен тип, със староалпийска възраст и с вертикален размах на орудяването около 600-700 m [4]. Буховското минно поле е разположено северозападно от гр. Бухово в подножието на връх Готен, с надморска височина 771 м [5].

С най-висок екологичен риск в района на Бухово са г. Яна и с. Сеславци. Над с. Сеславци, по склоновете на възвишенията, са разположени най-голям брой руднични табани в страната. Те са резултат от почти половинвековната експлоатация на Буховското и Сеславско уранови месторождения, разсечени от 7 шахти и 150 щолни с обща дължина на хоризонталните изработки около 55 km. В този район, отпадъчните материали са натрупани в над 200 табана с приблизителен обем на скалната маса 5 млн. m^3, със сумарна активност към 19 TBq. Релефът е прорязан и с вертикални минни изработки. Поради това, тази част от планината е обезводнена от непрекъснато действащия водоотлив и по деретата текат склонови води само при валежи, т. е. появяват се повърхностно течащи води. Почвите в района на урановото находище Бухово са силно замърсени с радиоактивни елементи и тежки метали.

СЪДЪРЖАНИЕ НА ЕСТЕСТВЕНИ РАДИОНУКЛИДИ В ПРОБИ ОТ РАЙОНА НА БУХОВСКОТО МИННО ПОЛЕ

Пробовземане и пробоподготовка

Проби от почви са взети от 17 различни места, в това число: четири проби, взети от щолни; пет от табани; две от хвостохранилища; пет фонови (ливадни, гранитен грус, Кремиковски манастир), избрани от места, относително незасегнати от уранодобива терени и една проба от хидрозапълнена шахта „Чора” (виж фиг.1 и Таблица 1). Координатите на точките на пробовземане са измерени с GPS-арпаратура на фирмата „GARMIN”, с точност 1-3 м.

Подробно описание на пробите е направено в Таблица 1. Фигури 2, 3, и 4 илюстрират местата на пробовземане.



Фиг. 1. Карта на Буховското минно поле с обозначени точки на пробовземане



Фиг. 2. Щолна 93, фон (Проба 1)



Фиг. 3. Шахта 5, табан (Проба 6)

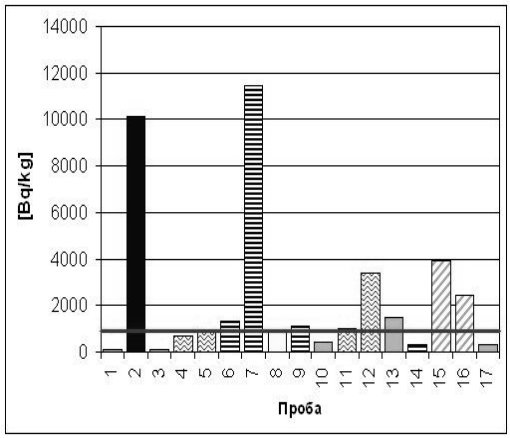
Взетите проби бяха почистени от камъчета, корени и неоднородности, след което почистената почва беше изсушена при температура 25^{o} – 30^{o}C в лабораторна сушилня и стрита на прах. Пробите бяха поставени в пластмасови кутийки с количества между 10 и 50 гр., за измерване на излъченото от тях гама лъчение.



Фиг. 4. Щолна 82, табан (Проба 9)

Определяне на общата гама-активност на пробите

Общата гама-активност на пробите е определена с помощта на система за нискофонови гама-спектрометрични изследвания в лабораторията по Ядрена физика и радиоекология на Шуменски Университет ”Епископ К. Преславски”. Системата се базира на полупроводников Ge(Li) детектор, поставен в нискофонова многослойна защита [6]. Детекторът е с обем на кристала 60 cm^2, работно напрежение 1600V и относителна ефективност 4.5% за гама-линия с енергия 661.66 keV на ^{137}Cs. Паралелни сравнителни измервания са проведени с нискофонов HPGe гама-сектрометър на Института за ядрени изследвания и ядрена енергетика при БАН.



Фиг. 5. Специфична активност на ^{238}U в пробите.С плътна хоризонтална линия е отбелязана максимално допустимимата стойност по ОНРЗ (2004)

Таблица 1. Означение на пробите и местата на пробовземане

Проба	Координати *N, E (GPS)*	Маса (*g*)	НМВ (*m*)	Измерен γ-фон (*nSv*)	Място на пробовземане.
1	42 47 311 23 29 581	35	670	137	Профил Кремиковци-Бухово, ливада 100 м север от Щолна 93
2	42 47 319 23 30 024	10	665	85	Устие на Щолна 93, тъмна утайка с биомаса
3	42 48 120 23 30 211	30	832	160	Фонова проба, взета под Кремиковски манастир
4	42 48 118 23 32 344	45	907	360	Участък V шахта, Основа на дере, източно от табан
5	42 48113 23 32 267	35	886	300	Участък V шахта, Щолна 19, на 20 m северно от щолна
6	42 48 044 23 32 184	50	874	63	Табан V шахта
7	42 47 497 23 32 112	35	808	200	Табан на Щолна 32
8	42 47 468 23 31 579	35	870	33	Естествено разкрит Буховски гранит (грус)
9	42 47 503 23 31 267	40	831	58	Табан на Щолна 82, над Сеславски манастир
10	42 46 026 23 32 545	30	674	290	Ливада под Шахта „Чора”
11	42 46 294 23 33 205	35	705	360	Шахта „Чора”, Щолна 127, Грусиран буховски гранит
12	42 46 261 23 33 379	30	747	800	Шахта „Чора”, хидрозапълнена
13	42 46 129 23 33 451	30	744	98	Фонова проба, Ливада 200 m северно от Бухово
14	42 37 062 24 57 876	35	650	130	Табан на Щолна 129
15	42 45 308 23 34 368	30	695	1250	Старо хвостохранилище, Бухово
16	42 45 148 23 34 586	25	692	692	Ново хвостохранилище, Бухово
17	42 44 545 23 34 369	35	648	126	Ливада под Ново хвостохранилище, Бухово

Таблица 2. Измерена гама- активност на някои по-важни нуклиди в изследваните проби

	Специфична активност (Bq/kg)		
	^{238}U	^{232}Th	^{40}K
Проба 1	135	400	900
Проба 2	10100	900	1350
Проба 3	96	340	900
Проба 4	715	450	1060
Проба 5	930	550	1400
Проба 6	1340	600	1235
Проба 7	11452	1220	1050
Проба 8	843	540	1360
Проба 9	1106	470	900
Проба 10	430	600	1540
Проба 11	1050	670	1620
Проба 12	3400	770	1200
Проба 13	1460	360	930
Проба 14	294	480	1250
Проба 15	3940	700	1030
Проба 16	2450	350	770
Проба 17	300	320	830

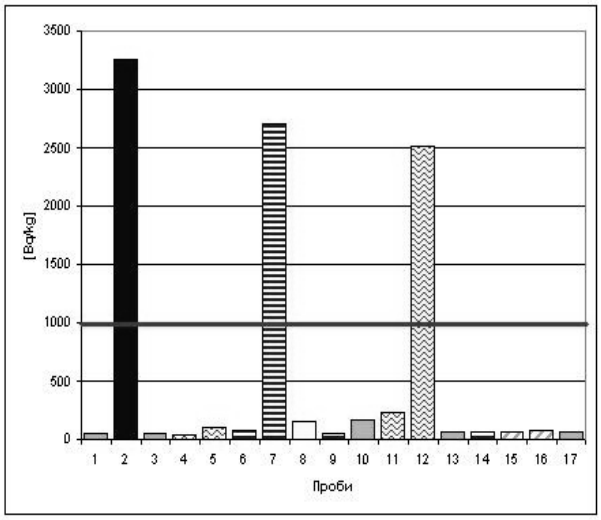
За обработка на гама- спектрите беше използвана програмата Anges.

От измерените гама-спектри на пробите, използвайки калибровката по ефективност на Ge(Li) детектор, е изчислена специфичната активност на гама-излъчващите нуклиди, съдържащи се в пробите. Резултатите от измерванията на специфичните активности на пробите са представени в Таблица 2.

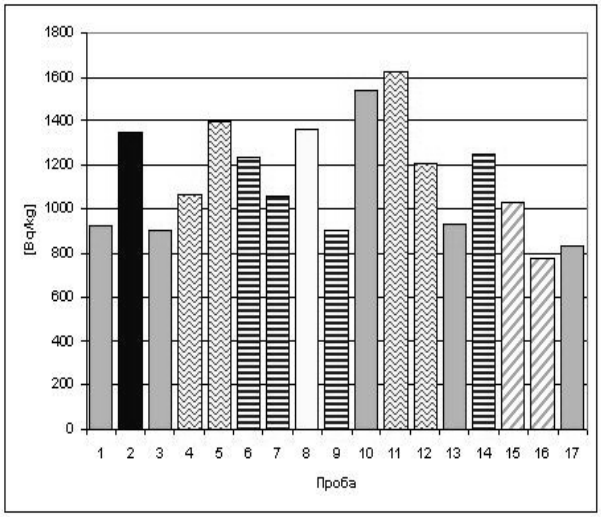
АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За пет фонови проби (Проба 1, 3, 10, 13 и 17), взети от ливади в близост до уранови разкрити находища, стойностите на специфичната активност на ^{238}U и неговите дъщерни продукти са в нормите ($<10^3$ Bq/kg), съгласно Основни норми за радиационна защита (ОНРЗ) (2004) [7].

Измерената специфична активност на ^{238}U в проби 15 и 16, взети от старото и новото хвостохронилища показва, че съдържанието му е в количество, надвишаващо допустимите стойности, съгласно ОНРЗ (2004).



Фиг. 6. Специфична активност на ^{232}Th в изследваните проби.С по-плътна хоризонтална линия е отбелязана максимално допустимата стойност съгласно ОНРЗ



Фиг. 7. Специфична активност на ^{40}K в пробите

Специфичната активност на ^{238}U в проби 6, 9 и 14 взети от табани са в нормите съгласно ОНРЗ (2004), но в проба 7 стойността е 11 пъти над нормата (Фиг. 5).

Специфичната активност на ^{232}Th в проби 2, 7 и 12 взети съответно от Щолна 93, Табан на Щолна 32 и Шахта „Чора" са от 1,5 до 2,5 пъти над допустимите стойности. В останалите проби не се наблюдават завишени стойности (фиг. 6).

Измерената специфична активност на ^{40}K във всички проби е в границите на нормалните стойности (фиг. 7).

Установено е наличие на ^{137}Cs само в някои от пробите, в интервал до 25 [Bq/kg].

Получените количествени стойности за съдържанието на естествени радионуклиди в района на Буховското минно поле могат да бъдат използвани за радиоекологичен анализ на изследвания район, както и за сравнение на степента на замърсяване с естествени радионуклиди от други райони на страната със сходни характеристики.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Постановление № 163 на МС/20.08.1992 г. за прекратяване на дейността по добив на уран (дв, бр. 71 от 1992; изм., бр. 90 от 1992 г., бр., 2 от 1994 г.)

[2] Постановление № 56 на МС/29.03.1994 г. за поетапно прекратяване на дейността и ликвидиране на последствията от добива и преработката на уранова суровина (ДВ. бр.28/01.04.1994 г., изм., бр. 101 от 1995 г., бр. 105 от 1996 г.)

[3] Радиоекология, Г. Василев, Титаконсулт, София, 2002 г.

[4] Божков, И. 2000. Алпо-хималайската уранова провинция и мястото на българските уранови находища в нея. – Минно дело и геология, 6-7, 56-59.

[5] http://bg.wikipedia.org/wiki/Бухово

[6] А. Жечев, ''Система за нискофонови гама-измервания'', Дипломна работа ШУ ''Епископ Константин Преславски'', Шумен 1996 г.

[7] Наредба за основните норми за радиационна защита (ПМС № 190 от 30.07.2004 г., обн., ДВ, бр. 73 от 20.08.2004 г.)