



QISQA XABARLAR

УДК 530.1

СОДЕРЖАНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ 40K, 137Cs И 7Be В ПОЧВАХ ГОРНОЙ РАЙОНА

Аъзам Худайбердиев

кандидат физико-математических наук, доцент
Экономический и педагогический Университет (ЭПУ)

Ushbu maqolada uzoq muddatli birlamchi tabiiy va texnogen radionuklidlar, ularni 40K, 137Cs va 7Be larni tog'li hududlarda ko'rinishlari keltirilgan.

Kalit so'zlar: Radionuklid, 40K, 137Cs, 7Be texnogen radionuklidlar, tebranishlar.

В данной статье представлено появление долгоживущих первичных природных и техногенных радионуклидов 40K, 137Cs и 7Be в горных районах.

Ключевые слова: Радионуклиды, техногенные радионуклиды 40K, 137Cs, 7Be, вибрации.

In this article, the appearance of long-term primary natural and man-made radionuclides, 40K, 137Cs and 7Be in mountainous areas is presented.

Keywords: Radionuclide, 40K, 137Cs, 7Be man-made radionuclides, vibrations.

Основными источниками загрязнений почв являются атмосферные выбросы, сточные воды и отходы промышленных предприятий, транспорта, коммунального хозяйства и т.д., из которых они в виде атмосферных выпадений, пыли и аэрозолей и водных растворов разносятся на значительные расстояния. В дополнении к этим источникам следует отнести поступления в почву загрязнений вместе с удобрениями, пестицидами, гербицидами и др. Концентрация загрязнений в поверхностном слое почв в глобальном масштабе возрастает с расширением индустриальной и сельскохозяйственной деятельности.

Среди многочисленных загрязнителей окружающей среды одними из наиболее токсичных для живых организмов, в том числе и для человека являются радионуклиды.

Наиболее распространенные в природе и обуславливающие основной вклад в общую радиоактивность Земли радионуклидов являются:

-долгоживущие первичные естественные радионуклиды (ПЕРН) -

радионуклиды урано-ториевых семейств и 40K;

-техногенные радионуклиды (ТРН), являющихся продуктами ядерного деления (ПЯД), таких как ^{137}Cs .

-космогенные радионуклиды (КРН), непрерывно образующихся в атмосфере, наиболее удобные для исследования из которых является ^7Be с периодом полураспада $T_{1/2} = 54$ дня.

Гамма-излучение радионуклидов вносит в среднем 30% в дозу облучения населения Земли ионизирующими излучениями [1].

Содержащиеся в почвах радионуклиды могут служить трассерами почвенных процессов: первичные естественные радионуклиды – долго-, техногенные радионуклиды ^{137}Cs – средне- и космогенные радионуклиды ^7Be – краткосрочных.

В настоящей работе исследованы распределения активностей первичных естественных радионуклидов – ^{232}Th , ^{220}Ra и ^{40}K , ТРН – ^{137}Cs и КРН – ^7Be в верхних слоях горных почв отдельных участков местностей Дехканабадского района (Гумбулак), в Пачкамарских



горах северо-западного (Коракамар) - и, -седловине гор Уртабулака (далее СЕДЛОВИНА).

Отбор образцов почвы, изготовление проб, а также методы измерения и обработка гамма-спектров приведены в работах [1-4]

Рассмотрение полученных данных свидетельствует (Таблица 1 и 2):

- значения удельных активностей ПЕРН – А, в слоях почв площадок – флуктуируют в пределах факторов $F(\max/\min) = 1,2-1,6$, причем, на большинстве площадок верхние слои заметно обедняются относительно нижних, наиболее сильно это

происходит на площадках седловины хребтов,

- запасы ТРН ^{137}Cs и КРН ^7Be в почвах площадок исследованных местностей флуктуируют в пределах фактора – $F(\max/\min) \sim 3$ и не коррелируют между собой,

- средние значения запасов ТРН ^{137}Cs – \bar{Q} , глубинных характеристик \bar{X}^* , \bar{I} , $\bar{X}_{1/2}$ в почвах местности находятся в прямой зависимости от соответствующих среднегодовых выпадений мокрых осадков – \bar{V} , а для запасов КРН ^7Be – \bar{q} эта зависимость нарушается и в засушливые сезоны года преобразуется в обратную.

Таблица 1

Усредненные и предельные значения активностей ПЕРН в почвах площадок местностей

местность	A(A _{мин} - A _{макс}), Бк/кг		
	226-Ra	232-Th	40-K
Гумбулак	37(22-46)	54(43-59)	840(720-940)
Коракамар	25(19-49)	40(23-86)	640(500-860)
СЕДЛОВИНА	28(18-47)	41(34-63)	620(570-760)

Таблица 2

Средние значения запасов ТРН ^{137}Cs – \bar{Q} , глубинных характеристик – \bar{X}^* , \bar{I} , $\bar{X}_{1/2}$, среднегодовых выпадений мокрых осадков – \bar{V} , средние значения запасов КРН ^7Be – \bar{q} в почвах площадок местности

Местность Дата отбора	^{137}Cs $\bar{X}^*_{\text{мин}}$				^7Be
	Q Q _{мин} -Q _{макс} кБк/кг	\bar{X}^* $\bar{X}^*_{\text{мин}}-\bar{X}^*_{\text{макс}}$ см	I слой	X $\bar{X}_{\text{мин}}-\bar{X}_{\text{макс}}$ см	q q _{мин} -q _{макс} кБк/кг
Гумбулак Апрель,2018	2,8 1,7-4,9	4,1 2-6	1	0,75 0,6-0,9	0,44 0,26-0,65
Коракамар Апрель,2019	4,7 2,4-5,8	7,8 6-8	1-2	2,5 1,1-3,8	0,33 0,16-0,4
СЕДЛОВИНА	7,6 5,8-11,2	20 15-33	2-3	5,6 3,9-6,5	0,06* 0,03-0,09

В природе обнаружено свыше 240 ЕРН, наиболее распространенными из которых являются РН уран-ториевых семейств и энергия распада которых оказывает заметное влияние на геологические процессы; на поверхности Земли и в её атмосфере под воздействием космических лучей

постоянно образуются КРН, одним из них является , интерес к исследованию выпадений и миграции которого резко возрос в последнее время в почвоведческом и астрофизическом аспекте

Несмотря на то, что γ -спектрометрия имеет более чем



полувековую историю, методические проблемы исследования низких уровней активности, характерной для большинства объектов окружающей среды, остаются всё еще актуальными. Дело в том, что спектральный состав γ -излучения объектов окружающей среды и естественного фона практически идентичен и сравнимы по интенсивности, а с другой стороны достаточно сложен.

Для установления содержания в пробе того или иного радионуклида (РН) необходимо в измеренном спектре определить интенсивность I_γ , по крайней мере, одной из его линий, не интерферирующей с линиями других РН (аналитическая линия).

Эта операция сводится к установлению площади:

- измеренного спектра – n_γ в энергетическом интервале пика полного поглощения (ППП),

- «подложки» – n_k комптоновского распределения более жёстких излучений под рассматриваемым ППП,

- составляющих фона F , обусловленных собственной активностью детектора – ϕ и внешних излучений – f , а также коэффициента ослабления – K_γ «внешней составляющей фона f :

$$I_\gamma = n_\gamma - n_k - n_\phi - K_\gamma n_f \quad (1)$$

Методика определения величин n_k , n_f и K_γ в [1-5]. В таблице приведены данные о структуре естественного фона для некоторых γ -излучений в пробах с плотностью $\rho \approx 1000$ гр/л:

Таблица 3

Относительные интенсивности f и ϕ составляющих фона F , коэффициенты ослабления K_γ (ρ , гр/л), составляющей фона f в пробах

E_γ , кэВ	240	295	352	583	609	911	1120	1461
n_f/n_F	0,884	0,988	0,988	0,892	0,817	0,714	0,636	0,585
n_ϕ/n_F	0,116	0,012	0,012	0,108	0,183	0,286	0,364	0,415
K_γ (280 гр/л)	0,66	0,73	0,77	0,86	0,89	0,93	0,94	0,96
K_γ 1000 гр/л)	0,54	0,62	0,66	0,78	0,81	0,85	0,86	0,87
K_γ (1800 гр/л)	0,43	0,44	0,48	0,60	0,62	0,66	0,67	0,72

По чистой интенсивности I_γ аналитической линии с учётом ε_γ – эффективности регистрации, a_γ – квантового выхода гамма-излучения, t – времени измерения и m – массы пробы определяется удельная активность РН в пробе:

$$A = I_\gamma / \varepsilon_\gamma \cdot a_\gamma \cdot t \cdot m,$$

При этом относительная среднеквадратичная погрешность

$$\delta \approx (n_\gamma + n_k)^{1/2} / (n_\gamma - n_k)$$

Зависящая от времени t и интенсивности n_k – подложки комптоновского распределения более жестких излучений под ППП обуславливает минимально измеряемую активность (предел обнаружения)

$$A_{\min} = (1+2\delta n_k) / \delta^2 \varepsilon_\gamma \cdot t$$

Из вышеизложенного очевидно, что гамма-спектроскопические исследования радиоактивности

объектов окружающей среды требуют обеспечения высоких значений:

- ΔE_γ – энергетического разрешения спектрометра,

- ε_γ – эффективности регистрации гамма-излучения,

- отношения площадей ППП и подложки комптоновского распределения под ППП,

- степени подавления естественного фона, регистрируемого детектором,

- скорость счета спектрометрической информации, и конечно же, оптимальных условий измерения и обработки спектрометрической информации.

Являясь инертным газом, радон легко эманурует из пород земной коры и не вступая в химические реакции, способен с больших глубин подниматься к поверхности Земли, повышая по мере подъема свою



концентрацию в грунтовой газовой смеси. Сталкиваясь на своем пути с газонепроницаемыми слоями, он может накапливаться до очень высоких концентраций, обходя их, выходит на поверхность Земли вдали от источника своего образования и поступать в гидросферу или непосредственно в атмосферу. Здесь надо отдельно выделить токсическое воздействие на организм человека активных изотопов радона, которое более чем на порядок выше по сравнению с воздействием и – излучения.

Исследование плотности потока радона (ППР) поверхности является актуальной радиозоологической задачей. В общем облучении населения Земли ионизирующими излучениями, по данным ВОЗ 43 % [1], обусловлено ингаляцией радона. Изотопы радона ^{222}Rn ($T_{1/2} = 3,82$ дн.), ^{220}Rn ($T_{1/2} = 56$ с.) и ^{219}Rn ($T_{1/2} = 4$ с) образуются в горных породах, подстилающих почвенный покров Земли.

В настоящей работе приведены результаты исследования плотности потока радона (ППР) с поверхностей почв в урочище Дехканабадского района (Гумбулак), в урочище Пачкамарских горах северо-западного (Коракамар) и -седловине гор Уртабулака (далее СЕДЛОВИНА).

Пробные площадки. Исследование ППР проведены с поверхности почв 21 площадки в ГУМБУЛАКЕ, 15 – в КОРАКАМАРЕ и 9 – в СЕДЛОВИНЕ. Площадки, в первом приближении равноудалены друг от друга и расположены на азимутальных линиях, проходящих через первые – № 1 и последние № – f площадки.

Отбор образцов и изготовление проб к измерению приведены в работах [2,3]

Над каждой площадкой, на высоте 1 м, поисковым радиометром СРП-68-

О1 измерялась **мощность эквивалентной дозы (МЭД)** фонового γ -излучения.

Методика исследований ППР. Исследования ППР проведены квази-интегральным методом, путем пассивной сорбции воздуха на сорбционных детекторах ДРСИ, представляющих собой полые дюралюминиевые цилиндры, размерами $\varnothing 70 \times 18$ мм, заполненные активированным углём, марки СКТ, с торцов закрытых сетками из нержавеющей стали. Детекторы предварительно дегазировались в сушильном шкафу при температуре 110°C , после чего помещались в защитные герметические футляры.

Гамма спектры проб измерялись на сцинтилляционном спектрометре (Nal(Tl)), размерами $\varnothing 80 \times 80$ мм, с энергетическим разрешением – 8,5% на линии $662 \text{ кэВ } ^{137}\text{Cs}$.

Калибровка спектрометра осуществлялась с помощью эталонного источника ^{226}Ra с активностью 680 Бк, осажденного на активированном угле сорбционного детектора.

Набор и обработка спектрометрической информации осуществлялось на РС помощью программного обеспечения ASW НТЦ RADEK. Погрешности в значениях ППР варьировались в пределах от 15 до 40 %.

Минимально определяемые уровни ППР были – 9 мкБк/м²с.

Спектрометр, эталонный источник и методика обработки сертифицировались в ВНИИМ им. Д.И.Менделеева.

Экспериментальные результаты
Полученные значения ППР сильно флуктуируют, при этом их средние арифметические значения на площадках Гумбулака и СЕДЛОВИНЫ близки между собой и заметно ниже чем на площадках Коракамара.



Таблица 4

Средние и предельные значения ППР – R, МЭД – D и удельных активностей ^{226}Ra – A в почвах площадок местностей

Местность	R(R_{\min} - R_{\max}) $\mu\text{Bk}/\text{m}^2\text{c}$	D(D_{\min} - D_{\max}) mZv/hour	A(A_{\min} - A_{\max}) Bk/kg
Гумбулак	92(12-265)	0.27(020-034)	29(26-37)
Коракамар	48(< 9-101)	0.21(018-025)	24 19-32)
СЕДЛОВИНА	51(30-82)	0.21(019-026)	26(20-35)

Обсуждение результатов

Отмеченные факты можно объяснить следующими обстоятельствами:

- Сильные флуктуации значений ППР в почвах соседних площадок местности обусловлены различиями в структуре (размеры, количество трещин и т.д.) подстилающих горных пород.

- Слабые отличия значений МЭД и удельных активностей ^{226}Ra в почвах площадок связаны со слабыми различиями состава веществ на ограниченных участках местности.

Практически равные усредненные значения ППР, МЭД и удельных активностей радия в почвах площадок КОРАКАМАРА и СЕДЛОВИНЫ можно понять учитывая, что они имеют близкое геологическое строение, в почвах ГУМБУЛАКА они заметно больше.

Литература

1. A.N.Azimov, Sh.Kh.Hushmuradov, I.T.Muminov, T.M.Muminov, B.S.Osmanov, A.A.Safarov. Gamma-spectrometric determination of natural radionuclides and ^{137}Cs concentrations in environmental samples. The improved scintillation technique. Radiation measurements, v.43(1) (2008), pp.66 -71.
2. Kh.Inoyatov, I.T.Muminov at oll. Radionuclides in the environment of Nuratau. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 2007, Vol.273, No.2, pp.497 - 506.
3. Н.Н.Базарбаев, А.Х.Инояттов, А.Т.Худайбердиев и др.

Атмосферные выпадения ^7Be в 2002 -2009 гг. в Самарканде и их корреляция с природными факторами. Атомная энергия, т.102, вып.9., 2011г.

4. А.Т.Худайбердиев и др. Радионуклиды в почвах, водах и приземном воздухе в отдельных горных местностях Узбекистана. // Радиационная биология, Радиоэкология, 2022, том 62, №2, с.212-225.
5. А.Мухаммедов, Г.Потешкин, У.Салихбаев, Т.Хазратов, А.А.Дорофеев, И.Т.Муминов, Д.Ш.Рашидова, И.Холбаев. γ -спектрометрическое определение содержаний естественных радионуклидов в природных водах. АТОМНАЯ ЭНЕРГИЯ, Т 86, вып.1, 1999, сс.36-40
6. В.А.Дементьев. Измерение малых активностей радиоактивных препаратов, М., АТОМИЗДАТ, 1967.
7. Определение активностей естественных радионуклидов в объектах окружающей среды (методическое пособие). Главное Государственное санитарное управление Украины. Киев, 1993.
8. А.Т.Худайбердиев. АВТОРЕФЕРАТ диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Ташкент, 2006г.
9. А.Т.Худайбердиев и др. Подавления фона в гамма-спектрометрических измерениях. // Илмий ахборотнома (Научный вестник). СамДУ. №3 (109), 2018. – С.56-58.