

## РАДИАЦИОННАЯ СИТУАЦИЯ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНЫХ СКЛОНОВ ТУРКЕСТАНСКОГО ХРЕБТА

*Х.М. Назаров, Б.Д. Бобоев, Е.Ю. Малышева, К.А. Эрматов, Ф.З. Шафиев,  
И. Мирсаидзода*

*Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН  
Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан, [holmurod18@mail.ru](mailto:holmurod18@mail.ru)*

*Приводятся результаты радиационного мониторинга на территории северных склонов Туркестанского хребта. Показано, что значения суммарной удельной активности почвы, составляет меньше 1 Бк/г. Удельная активность почвы, отобранной на участках улицы Оби Зулло равна – 0,82 Бк/г, а водосточной канавы села Фирдавси Шахристанского района – 0,78 Бк/г. Наблюдается аномальная удельная активность в пробах под номерами 3-6. Это связано с активностью актиния-227.*

**Ключевые слова:** радиационный фон, почва, проба, анализ, радионуклид, активность, мощность амбиентной дозы.

Несмотря на то, что территории северных склонов Туркестанского хребта не имеют промышленных объектов радиационного характера, но расположение населённых пунктов на подветренной стороне к северным ветрам делает их уязвимыми в этом отношении, так как есть вероятность привнесения радионуклидов из других регионов. Радиационный фон постоянно присутствует в естественной среде Земли, которая образуется от естественных и искусственных источников [1].

Целью данной работы является изучение радиационной ситуации территорий северных склонов Туркестанского хребта

Отбор проб, пробоподготовка осуществлялись по стандартизованным методикам [2].

Радиационный мониторинг проведён разделением исследуемого участка на несколько частей с использованием комплекта PackEye FHT1377 («Thermo Scientific», Германия) [3], ДКС-АТ1123 («Атомтех», Беларусь).

Измерения удельной активности проб почв проводились на гамма-спектрометре («Canberra Industries, Inc.», США) с детектором из высокочистого германия с программным обеспечением «Genie-2000».

Результаты спектрометрического анализа приводятся в таблице 1. Из таблицы 1 видно, что суммарная активность пробы почв, отобранных из данных участков варьируется от 0,82 Бк/г (820 Бк/кг) до 6,68 Бк/г (6680 Бк/кг). Активность изотопа калия  $^{40}\text{K}$  в пробах, отобранных из данных участков варьируется от 0,521 Бк/г (521 Бк/кг) до 0,765 Бк/г (765 Бк/кг), что не сильно меняется от координат места отбора проб.

Сравнения вклада радионуклидов в суммарную активность отобранных проб почв на улице Оби Зулло Шахристанского района показало, что активность радионуклида  $^{40}\text{K}$  составляет около 70% от общей активности в образце почвы. Суммарная активность пробы от измеренных радионуклидов 0,824 Бк/г (824 Бк/кг). Активность  $^{40}\text{K}$  составляет 0,569 Бк/г (569 Бк/кг). Активность  $^{226}\text{Ra}$  составляет 0,074 Бк/г (74 Бк/кг). Это, связано с использованием минеральных удобрений со стороны землепользователей.

**Таблица 1** - Результаты спектрометрического анализа отобранных проб (удельная активность радионуклидов, Бк/г)

Радионуклиды	Улица Оби Зулол, Шахристан	Село Фирдавси, Шахристан	Село Навкент, Шахристан	Село Октанги, Шахристан	Село Сурхи, Истаравшан	Село Лакат, Истаравшан
$^{40}\text{K}$	5,69E-01	5,35E-01	5,60E-01	7,65E-01	5,21E-01	5,24E-01
$^{137}\text{Cs}$	не обн.	8,26E-04	5,22E-03	3,63E-03	2,98E-03	1,64E-03
$^{210}\text{Pb}$	не обн.	1,62E-02	3,24E-02	3,43E-02	2,86E-02	2,92E-02
$^{211}\text{Bi}$	не обн.	не обн.	1,96E-02	не обн.	не обн.	не обн.
$^{212}\text{Bi}$	2,26E-02	2,25E-02	2,50E-02	2,76E-02	2,22E-02	2,17E-02
$^{212}\text{Pb}$	3,07E-02	2,80E-02	3,43E-02	3,84E-02	3,17E-02	3,13E-02
$^{214}\text{Bi}$	3,29E-02	2,86E-02	3,19E-02	3,68E-02	3,40E-02	3,22E-02
$^{214}\text{Pb}$	3,10E-02	2,83E-02	2,89E-02	3,41E-02	3,12E-02	2,99E-02
$^{226}\text{Ra}$	7,37E-02	6,48E-02	4,49E-02	4,86E-02	не обн.	не обн.
$^{227}\text{Ac}$	не обн.	не обн.	3,74E+00	5,52E+00	2,83E+00	3,41E+00
$^{228}\text{Ac}$	3,74E-02	3,50E-02	3,62E-02	4,34E-02	3,62E-02	3,49E-02
$^{228}\text{Th}$	не обн.	не обн.	8,89E-02	9,61E-02	не обн.	9,38E-02
$^{234}\text{Pa-M}$	не обн.	не обн.	1,38E-02	не обн.	1,75E-02	не обн.
$^{235}\text{U}$	не обн.	не обн.	1,37E-03	2,09E-03	4,68E-03	4,23E-03
$^{238}\text{U}^+$ dau	2,65E-02	2,31E-02	2,12E-02	3,06E-02	2,40E-02	2,11E-02
Суммарная удельная активность, Бк/г	0,82	0,78	4,69	6,68	3,59	4,24

Активность  $^{40}\text{K}$  в почве, отобранной из водосточной канавы на территории села Фирдавси Шахристанского района составляет около 68%. Суммарная активность почв от

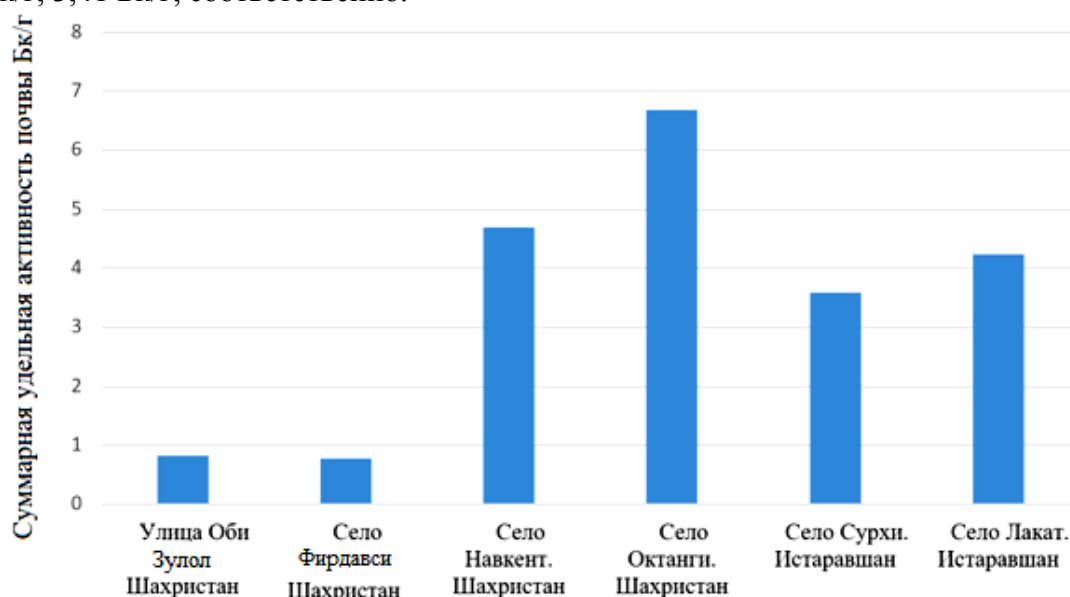
измеренных радионуклидов 0,783 Бк/г (783 Бк/кг). Удельная активность изотопа  $^{40}\text{K}$  составляет 0,535 Бк/г (535 Бк/кг), а значение удельной активности изотопа  $^{226}\text{Ra}$  равно 0,065 Бк/г (65 Бк/кг). Это, видимо, связано со стоком поливных вод в водосточную канаву.

Удельная активность радионуклида  $^{40}\text{K}$  в почве, отобранной на территории села Навкент Шахристанского района составляет около 10% от общей активности в образце почвы. Суммарная активность пробы от измеренных радионуклидов 4,69 Бк/г (4690 Бк/кг). Активность  $^{40}\text{K}$  составляет 0,56 Бк/г (560 Бк/кг). Активность  $^{226}\text{Ra}$  составляет 0,045 Бк/г (45 Бк/кг). Это также связано с землепользованием. Активность радионуклида  $^{227}\text{Ac}$  составляет около 80% от общей активности в образце почвы. Из-за низкого содержания материнского вещества -  $^{235}\text{U}$ , удельная активность  $^{235}\text{U}$  составляет 0,001 Бк/г (1 Бк/кг). По аномальному содержанию  $^{227}\text{Ac}$  можно сделать вывод, что актиний-227 накапливается по причине миграционной способности данного радионуклида или материнского радионуклида  $^{235}\text{U}$  в участке отобранной пробы почвы.

Анализ суммарной удельной активности радионуклидов в почве, отобранной на территории села Сурхи г. Истаравшан показал, что удельная активность радионуклида  $^{40}\text{K}$  составляет около 14,5% от общей активности в образце почвы. Суммарная активность пробы от измеренных радионуклидов 3,586 Бк/г (3586 Бк/кг). Активность  $^{40}\text{K}$  составляет 0,521 Бк/г (521 Бк/кг). Также на графике (рис.1) видно, активность радионуклида  $^{227}\text{Ac}$  составляет около 79% от общей активности в образце почвы и равна 2,83Бк/г (283 Бк/кг).

Произведён анализ суммарной удельной активности радионуклидов в почве, отобранной на территории села Лакат г. Истаравшан и выявлено, что удельная активность радионуклида  $^{40}\text{K}$  составляет около 12,4% от общей активности в образце почвы. Суммарная активность пробы от измеренных радионуклидов 4,235 Бк/г (4235 Бк/кг). Активность  $^{40}\text{K}$  составляет 0,524 Бк/г (524 Бк/кг). Активность радионуклида  $^{227}\text{Ac}$  составляет около 80% от общей активности в образце почвы и равна 3,41 Бк/г (3410 Бк/кг).

Сравнительный анализ удельных активностей почвы, отобранных из разных участков (рисунок 1) свидетельствует о том, что удельная активность в пробах, отобранных из участков улицы Оби Зулло, водосточной канавы села Фирдавси Шахристанского района имеет значения меньше 1 Бк/кг (0,82 Бк/кг и 0,78 Бк/кг, соответственно). Аномальная активность наблюдается в пробах, под номерами 3, 4, 5, 6 за счёт активностей изотопа  $^{227}\text{Ac}$ . Содержание изотопа  $^{227}\text{Ac}$  в пробах, под номерами 3, 4, 5, 6 составляет 3,74 Бк/г, 5,52 Бк/г, 2,83 Бк/г, 3,41 Бк/г, соответственно.



**Рисунок 1** - Удельные активности образцов почвы, отобранных из разных участков.

Актиний-227 встречается во всех урановых рудах, однако его количества невелики из-за низкого содержания материнского вещества –  $^{235}\text{U}$ . При радиоактивном равновесии на 1 г урана приходится  $2\text{E}-10$  г  $^{227}\text{Ac}$  [4].

В порядке изучения радиологической ситуации северной части Туркестанского хребта проведён мониторинг общего радиационного фона населённых пунктов Шахристанского, Истаравшанского и Зафарabadского районов. Результаты замеров приведены в таблице 2.

**Таблица 2** - Среднее значение мощности амбиентной дозы (МАД) в населённых пунктах Шахристанского района

№ п/п	Населенный пункт	МАД, мкЗв/час	№ п/п	Населенный пункт	МАД, мкЗв/час
1	п. Шахристан, центр	0,14	9	Село Фирдавси	0,21
2	Село Новкент	0,16	10	Село Бустон	0,21
3	Село Ободи	0,15	11	Село Темурмалик	0,19
4	Село Сароби	0,16	12	Село Хисор	0,20
5	Село Суғдиён	0,16	13	Село Вахдат	0,15
6	Село Гулистон	0,15	14	Село Чашма	0,16
7	Село Себзор	0,14	15	Село Истиклол	0,20
8	Село Турсунзода	0,17	16	Село Чашмасор	0,18
Среднее арифметическое значение:					0,21

Из таблицы 2 видно, что МАД обследованных территорий составляет 0,14-21 мкЗв/час. В населённых пунктах, расположенных в южной части Шахристанского района, например, в селе Фирдавси общий радиационный фон на 50% выше, чем в её северной части, например, селе Себзор.

Эта разница на наш взгляд связана с тем, что во-первых, южная часть Шахристана непосредственно примыкает к гранитоидной массе Туркестанского хребта, имеющей в своём составе тяжёлые радионуклиды, которые выходят на дневную поверхность и дают вклад в общий фон; во-вторых, Шахристан находится на наветренной стороне дующих со степных частей Центрально-Азиатского массива ветров, то есть на пути «Розы ветров», приносящей с собой из техногенных мест других краёв, даже стран дополнительный фон по радионуклидам. Кроме того, имеются ещё космические лучи, увеличивающие эту

динамику. Все это в результате приводит к повышению МАД на 40-60%. Возможно, есть ещё и другие причины.

Для мониторинга объёмной активности (ОА) радона были выбраны жилые дома некоторых населённых пунктов Шахристанского района. Результаты обобщены в таблице 3.

**Таблица 3** - Результаты мониторинга объёмной активности (ОА) радона в воздухе жилых домов населённых пунктов Шахристанского района

Места измерений	Координаты N / E	МАД, мкЗв/ч	ОА радона, Бк/м <sup>3</sup>
Село Гулистан	39°49'34,84" / 68°47'6,86"	0,21	183
Поселок Шахристан	39°46'29,26" / 68°48'54,7"	0,10	24
Село Сароби	39°48'28,27" / 68°49'57,39"	0,25	104
Село Истиклол	39°43'12,74" / 68°52'52,35"	0,08	70
Село Ободи	39°50'4,11" / 69°49'50,37"	0,20	154
Село Сугдиён	39°49'41,69" / 68°48'56,15"	0,07	75
Село Турсунзаде	39°45'2,75" / 68°46'51,17"	0,07	40

На основе полученных данных, можно сказать, что среднестатистические количества радона равны 92,8 Бк/м<sup>3</sup> и соответствуют НРБ Республики Таджикистан, для категории старых зданий «Населения» [5].

Результаты проведённого радиационного мониторинга Зафарабадского района показали, что в южной части данного района радиационный фон выше, чем среднеарифметические величины этого фона по району Зафарабад.

На исследованных открытых естественных территориях общий радиационный фон на 20-30% выше, чем на покрытых территориях. На наш взгляд, уменьшения радиационного фона на покрытых асфальтом или забетонированных площадях объясняется тем, что эти покрытия задерживают и уменьшают выход радиационного излучения на поверхность. Что касается превышения радиационного фона акватории верхнего канала п. Зафарабада по отношению к низинной его части по рельефу, видимо, это связано с тем, что за геологические периоды из северных склонов Туркестанского хребта происходили миграции радионуклидов. Кроме того, нам кажется, что вероятно происходили миграции «следов» техногенных процессов с северных, наветренных склонов Туркестанских гор, привнесённые из других регионов. С другой стороны, в пределах двух или максимум трех стандартных ошибок измерений усреднённые данные радиационного фона южных и северных частей п. Зафарабада совпадают. Возможны и другие толкования этой небольшой разницы.

Что касается южной части Истаравшанского района в сторону северных склонов Туркестанского хребта, общий радиационный фон здесь доходит до 0,23 мкЗв/ч, а среднестатистическая величина этого «эффекта» составила 0,20 мкЗв/ч.

В г. Истаравшане среднеарифметическая величина радиационного фона равна 0,17 мкЗв/ч, и в пределах ошибок измерений не наблюдается заметного отклонения на данной территории. В северной и северо-западной части Истаравшанского района, вниз по рельефу общий радиационный фон достигает 0,16-0,17 мкЗв/ч. На основании наших измерений территорию Истаравшанского района условно поделили на три части. Первая часть – к югу от г. Истаравшана, где общий радиационный фон равен 0,20-0,21 мкЗв/ч, вторая часть – г. Истаравшан и горизонтальные параллели от него с фоном 0,17-0,18 мкЗв/ч. Третья часть – к северу от города, где радиационный фон равен 0,16-0,17 мкЗв/ч.

По результатам мониторинговых работ можно сделать заключение, что к северу от г.Истаравшана МАД составляет 0,16-0,17 мкЗв/ч. В самом городе 0,17-0,18 мкЗв/ч, а на юге эта величина достигает 0,20-0,21 мкЗв/ч, хотя разница радиационного фона между северной и южной окрестностями г. Истаравшан равна 0,04 мкЗв/ч.

Таким образом, если проследить за результатами измерений, то можно обнаружить, что во всех измеренных точках к северу от г. Истаравшана МАД одинаково низка, по сравнению с величинами к югу от г. Истаравшана.

По мере удаления от г. Истаравшана на юг в сторону Туркестанских гор, имеющиеся твёрдые почвы с гранитными включениями, выходящими на дневную поверхность, могут давать дополнительный «эффект» к среднеарифметическому МАД всего Истаравшанского района.

Сравнивая полученные данные общего радиационного фона с санитарно-допустимой дозой для всего населения, можно сделать заключение, что МАД г. Истаравшана и его окрестностей находится в пределах санитарной нормы и не представляет опасности для населения и биосферы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бобоев, Б.Д. Радиационный мониторинг северных склонов Туркестанского хребта / Б.Д. Бобоев, Х.М. Назаров, Х. Муртазаев // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Из недр Земли до горных вершин». – Чкаловск: ГМИТ, 2007. – С. 153-154.
2. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почва. Общие требования к отбору проб. - 2019. – 5 с.
3. Официальный сайт Thermo Fisher Scientific. PackEye Radiation Detection Backpack. URL: <https://www.thermofisher.com/order/catalog/product/FHT1377>
4. Каралова, З.К. Актиний (Аналитическая химия элементов) / З.К. Каралова, Б.Ф. Мясоедов. – М.: Наука, 1982. – 144 с.
5. Закон Республики Таджикистан «О радиационной безопасности». – Душанбе: Дониш, 2004. - С. 98-121.

## ВАЗЪИ РАДИАТСИОНӢ ДАР ҲУДУДИ НИШЕБИҶОИ ШИМОЛИИ ҚАТОРКӢҶИ ТУРКИСТОН

*Х.М. Назаров, Б.Д. Бобоев, Е.Ю. Малышева, К.А. Эрматов, Ф.З. Шафиев,  
И. Мирсаидзода*

*Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ,  
ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, [holmurod18@mail.ru](mailto:holmurod18@mail.ru)*

*Натиҷаҳои мониторинги радиатсионӣ дар ҳудуди нишебиҳои шимолии қаторкӯҳи Туркистон оварда шудаанд. Нишон дода шудааст, ки бузургии фаъолнокии умумии ҳоси хок аз 1 Бк/г камтар аст. Фаъолнокии ҳоси хок, ки аз минтақаҳои кӯчаи Оби Зулол барои намуна гирифта шудаанд, 0,82 Бк/г ва аз ҷӯйбори обпартои деҳаи Фирдавсии ноҳияи Шахростон гирифташуда, 0,78 Бк/г - ро ташиқ медиҳанд. Фаъолнокии ҳоси ғайримуқаррарӣ дар намунаҳои рақами 3-6 мушоҳида карда мешаванд, ки ин ба фаъолнокии актиний-227 вобастагӣ дорад.*

*Калидвожаҳо: фони радиатсионӣ, хок, намуна, таҳлил, радионуклид, фаъолнокӣ, тавоноии дозаи амбиентӣ, қимат.*

## RADIATION SITUATION ON THE NORTHERN SLOPES OF THE TURKESTAN RIDGE

*Kh.M. Nazarov, B.D. Boboev, E.Yu. Malysheva, K.A.Ermатов, F.Z.Shafiev,  
I. Mirsaidzoda*

*Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the National  
Academy of Sciences of Tajikistan,  
Dushanbe, Republic of Tajikistan, [holmurod18@mail.ru](mailto:holmurod18@mail.ru)*

*The results of radiation monitoring on the northern slopes of the Turkestan Range are presented. It is shown that the total specific activity of soil is less than 1 Bq/g. The specific activity of soil sampled at Obi Zulol Str. is 0.82 Bq/g, and the drainage ditch of Firdavsi Village, Shakhristan district, is 0.78 Bq/g. Anomalous specific activity has been observed in samples numbered 3-6. This is due to the activity of actinium-227.*

*Key words: background radiation, soil, sample, analysis, radionuclide, activity, ambient dose rate, value.*