

УДК 551.521.3, 551.583

ББК: 26.233

**СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ  
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ  
ИЗОТОПОВ В ПОЧВАХ СЕВЕРНОГО  
ТАДЖИКИСТАНА**

**Рахматов Мухамади Нуридинович** - кандидат физико-математических наук, старший преподаватель кафедры общей физики и твердого тела ХГУ имени академика Б.Гафурова, (Республика Таджикистан, г. Худжанд), e-mail: [muhamadi.rahmatov@yandex.ru](mailto:muhamadi.rahmatov@yandex.ru)

**Муминов Сафарали Валиевич** - старший научный сотрудник, заведующий сектором контроля облучения населения Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности Национальной академии наук Таджикистана, (Республика Таджикистан, г. Душанбе), e-mail: [muminov\\_saf@mail.ru](mailto:muminov_saf@mail.ru)

**КОНСЕНТРАТСИЯ ВА ХУСУСИЯТҲОИ  
ТАКСИМОТИ ИЗОТОПҲОИ  
РАДИОАКТИВИ ДАР ХОҚҲОИ  
ТОҶИКИСТОНИ ШИМОЛӢ**

**Раҳматов Муҳаммадӣ Нуридинович** - номзади илмҳои физика-математика, сармуаллими кафедраи физикаи умумӣ ва ҷисмҳои сахт ДДХ ба номи академик Б. Гафуров (Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хуҷанд), e-mail: [muhamadi.rahmatov@yandex.ru](mailto:muhamadi.rahmatov@yandex.ru)

**Муминов Сафарали Валиевич** - ходими калони илмӣ, мудирҳои сектори назорати ишғоҳҳои беморон ва аҳолии Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиационӣ ва ядрои дар назди Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон (Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе), e-mail: [muminov\\_saf@mail.ru](mailto:muminov_saf@mail.ru)

**CONCENTRATION AND FEATURES OF  
THE DISTRIBUTION OF RADIOACTIVE  
ISOTOPES IN SOILS OF NORTHERN  
TAJIKISTAN**

**Rahmatov Muhamadi Nuridinovich** - Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Senior Lecturer, Department of General Physics and Solid State, Khujand State University named after academician B. Gafurov, (Republic of Tajikistan, Khujand), e-mail: [muhamadi.rahmatov@yandex.ru](mailto:muhamadi.rahmatov@yandex.ru)

**Muminov Safarali Valievich** - Senior Researcher, Head of the Sector for Controlling Public Exposure of the Agency for Chemical, Biological, Radiation and Nuclear Safety of the National Academy of Sciences of Tajikistan, (Republic of Tajikistan, Dushanbe), e-mail: [muminov\\_saf@mail.ru](mailto:muminov_saf@mail.ru)

**Ключевые слова:** радиоактивный изотоп, удельная активность, радиоактивные хвостохранилища, изотопный анализ, пробы почв, естественные радиоактивные изотопы, радиоактивное загрязнение  $^{238}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ .

В статье приводятся результаты исследований приповерхностного слоя почвенного покрова (до 10 см) на территории Согдийской области вблизи антропогенных объектов. Пробы почвенного покрова проанализированы гамма-спектрометрическим методом на концентрацию активности изотопов ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{40}\text{K}$  и  $^{137}\text{Cs}$ ). Установлены особенности вариации радиоактивных изотопов в пробах почв. Полученные результаты сопоставлены с юго-центральной частью Таджикистана. Сделан вывод о влиянии тех или иных объектов на радиоэкологическое состояние почвенного покрова Северного Таджикистана.

**Вожаҳои калидӣ:** изотопи радиоактивӣ, фаъолияти хос, партовҳои радиоактивӣ, таҳлили изотопӣ, намунаҳои хок, изотопҳои табиӣ радиоактивӣ, олудаиҳои радиоактивӣ  $^{238}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ .

Дар мақола натиҷаҳои таҳқиқоти қабати сатҳии рӯизаминӣ (то 10 см)-и ҳудуди вилояти Суғд дар наздикии таъсири объектҳои антропогенӣ оварда шудааст. Намунаҳои ҳок бо усули гамма-спектрометрия барои консентратсияи фаъолнокии изотопҳо ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{40}\text{K}$  ва  $^{137}\text{Cs}$ ) таҳлил карда шуданд. Хусусиятҳои тағирёбии изотопҳои радиоактивӣ дар намунаҳои ҳок муайян карда шудаанд. Натиҷаҳои ба даст овардашуда бо маълумотҳои Тоҷикистони ҷануби-марказӣ муқоиса карда шудааст. Дар бораи таъсири баъзе объектҳо ба ҳолати радиоэкологии қабати хоки Тоҷикистони Шимолӣ хулоса бароварда шудааст.

**Key words:** radioactive isotope, specific activity, radioactive tailings, isotopic analysis, soil samples, natural radioactive isotopes, radioactive contamination  $^{238}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ .

The article presents the results of studies of the near-surface layer of the soil cover (up to 10 cm) of the territory of the Sughd region near the influence of anthropogenic objects. Soil cover samples were analyzed by gamma spectrometric method for the activity concentrations of isotopes ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{40}\text{K}$  and  $^{137}\text{Cs}$ ). Peculiarities of variation of radioactive isotopes in soil samples have been established. The obtained results are compared with the data of south-central Tajikistan. A conclusion is made about the influence of certain objects on the radioecological state of the soil cover of Northern Tajikistan.

К радиоактивным изотопам естественного происхождения относят те, которые образовались на Земле без участия в этом человека. Их условно можно разделить на три группы. В первую группу входят нуклиды радиоактивных семейств  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$  и  $^{232}\text{Th}$  с продуктами их распада. Ко второй группе относятся радиоизотопы, находящиеся в земной коре и объектах внешней среды с момента образования Земли:  $^{40}\text{K}$ ,  $^{87}\text{Rb}$ ,  $^{48}\text{Ca}$ ,  $^{96}\text{Zn}$ ,  $^{130}\text{Te}$  и  $^{129}\text{I}$  и др. К третьей группе принадлежат радиоактивные изотопы  $^{14}\text{C}$ ,  $^3\text{H}$ ,  $^7\text{Be}$  и  $^{10}\text{Be}$ , образующиеся непрерывно под действием космического излучения [1,9,10].

Присутствием этих нуклидов в составе почв обусловлена их радиоактивность. Естественный уровень радиоактивности в почвах связан с геологическим строением и литологическим составом почвообразующих пород. Из известных изотопов наиболее велико геохимическое значение  $^{238}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{40}\text{K}$ . Калий 40 ( $^{40}\text{K}$ ) и члены двух радиоактивных семейств,  $^{238}\text{U}$  и  $^{226}\text{Ra}$ , относятся к основным радиоактивным изотопам, встречающимся в земной коре, и являются основными факторами существования естественного радиационного фона [3,9,10]. Почвенный покров является существенным информативным объектом, аккумулируя в себе различные поллютанты, поступающие в окружающую среду [1,9-11].

В последние годы в литературе большое внимание уделяется исследованию миграции естественных радиоактивных изотопов в почвах, в связи с тем, что интенсивное развитие промышленных предприятий и другие антропогенные факторы ведут к увеличению концентрации естественных радиоактивных изотопов в почвенном покрове [1,5,6,11].

В настоящее время в Согдийской области основной проблемой является наличие крупных хвостохранилищ, отходов и отвалов горнорудной промышленности, включая радиоактивные отходы, привлекающие внимание исследователей из-за неблагоприятных обстановок, возникающих на прилегающих к ним территориях. Многочисленные исследования, в том числе фундаментальные, по исследованию природных изотопов в радиоактивных хвостохранилищах Северного Таджикистана обобщены в трудах И.У. Мирсаидова [7] и Х. Муртазаева [8].

Таким образом, на территории Северного Таджикистана радиоэкологические исследования приобретают особую актуальность. Информация о содержании радиоактивных изотопов в компонентах природной среды, в том числе, в пробах почв, характеризуется недостаточной изученностью. Важнейшей задачей изучения радиоактивных изотопов в почвах на территории Северного Таджикистана являются мониторинговые исследования вокруг крупных радиоактивных хвостохранищ и других районов, которые далеки от этих мест. Исследование средних фоновых и повышенных значений концентрации активности радиоактивных изотопов для экологически неблагоприятных регионов является весьма нужным и интересным направлением, к числу которых можно отнести Согдийскую область. Одним из источников загрязнения на территории также является дальний перенос атмосферных аэрозолей воздушными массами, включающими радиоактивные изотопы, как в атмосфере, так и в почве.

**Целью исследования** являлся радиоэкологический анализ содержания радиоактивных изотопов в верхних почвенных горизонтах на территории Северного Таджикистана и изучение особенностей их поведения в почвах. Задача заключалась в том, чтобы определить значения

концентрации активности таких радиоактивных изотопов, как  $^{238}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{40}\text{K}$  и  $^{137}\text{Cs}$ , в верхних горизонтах почв, встречающихся на данной территории. Исследования были проведены совместно с лабораториями физики атмосферы ФТИ им. С.У. Умарова НАНТ и технических услуг Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАНТ.

#### Материалы и методы исследования

Для решения поставленной задачи была выбрана территория Согдийской области, на которой содержатся все возможные источники поступления в ОС исследуемых радиоактивных изотопов. В ходе мониторинговых исследований всего проанализировано 84 пробы почв. Отбор проб осуществлялся по методу конверта, при этом было взято по 4 пробы исследуемого материала для каждой выбранной точки исследования. Исследование проводили в период 2019 – 2021 гг. силами лаборатории физики атмосферы ФТИ им. С.У. Умарова НАНТ и на кафедре общей физики и твёрдого тела ГОУ «ХГУ имени академика Б. Гафурова».

Активность радиоактивных изотопов в полученных образцах проводили на  $\gamma$ -спектрометре производства фирмы «CANBERRA, программное обеспечение Genie-2000» с детектором на основе сверхчистого германия, с неопределённостью измерения от 5 до 12%, – в аккредитованной Лаборатории технических услуг Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАНТ [5,6, 15].

При проведении  $\gamma$ -спектрометрического метода анализа исследуемых проб почв, полученные результаты отражают удельную активность (Бк/кг) естественных радиоактивных изотопов [1,5]. Определение концентрации радиоактивных изотопов в почвах  $\gamma$ -спектрометрическим методом является предпочтительным, поскольку этот метод обеспечивает высокую точность и воспроизводимость результатов анализа, менее трудоёмок по сравнению с радиохимическими методами [1,5,6]. Измерения концентрации активности радиоактивных изотопов в счётных пробах проводили по общепринятым методикам [12,13].

Таблица 1.

Описание проб почв для исследования изотопного анализа

№ пробы	Местность	Широта	Долгота	Высота, м над ур. м.
1	Айни	39,394633	68,53658	1 429
2	Пенджикент	39,491415	67,49780	945,9
3	Горно-Матчинский район	39,443819	70,175885	2 801
4	Шахристан	39,775080	68,81168	1 440
5	Истаравшан	39,860121	68,99806	1 087
6	Деваштич	39,739329	68,98406	1 482
7	Зафарабад	40,171912	68,85632	412
8	Спитамен	40,0859	69,2212	742
9	Джаббарасуловский район	40,057826	69,46280	736
10	Фармонкурбан	40,325913	69,30897	308
11	Окрестность Дигмайского хвостохранилища	40,228597	69,61925	489
12	Бустон	40,22651	69,68358	426
13	Худжанд, окрестности вокруг горы Моголтау	40,30799	69,59524	536
14	Худжандское хвостохранилище	40,184308	69,35305	546
15	Адрасман	40,385599	69,5978	1600
16	Истиклол	40,335511	69,38085	1082
17	Зарнисор (Алтын-Топкан)	40,404735	69,34474	1101
18	Канибадам	40,296384	70,40186	365
19	Исфара	39,583136	70,3440	2667
20	окрестности Киик-Тал	40,18428	69,3534	654
21	Ашт	40,45127	70,15307	1379

### Результаты исследования и их обсуждение

Северный Таджикистан расположен между 39°04' и 41°08' северной широты и 69° 25' и 70°34' восточной долготы; он занимает территорию в 25400 км<sup>2</sup> и граничит с Узбекистаном и Киргизией. С севера Согдийской области расположены Кураминский хребет и горы Моголтау, с юга – Туркестанский хребет и Зерафшанские горы. Более подробное описание характеристики физико-географических, и особенно природных и климатических условий Северного Таджикистана, приведено ранее в работах [3-6].

Концентрация активности естественных радиоактивных изотопов в почвах, как правило, наследуется от почвообразующих пород.

В табл. 2 представлены результаты измерения концентрации изотопов (<sup>238</sup>U, <sup>226</sup>Ra, <sup>40</sup>K и <sup>137</sup>Cs). Результаты наших исследований свидетельствуют, что на обследованной территории концентрации активности <sup>238</sup>U колеблется от 4,23 до 910,1 Бк/кг, при средней величине 238,7 Бк/кг. Максимальные значения удельной активности <sup>238</sup>U обнаруживались на территории Дегмайского хвостохранилища. Повышенные содержания <sup>238</sup>U в пробах с территории Дегмайского хвостохранилища, обусловлены, вероятно, техногенными факторами [7,8].

Среди радиоактивных изотопов основное внимание уделяется радю (<sup>226</sup>Ra), который является материнским радионуклидом радона (<sup>222</sup>Rn). В ходе спектрометрического анализа почв территории Северного Таджикистана выявили широкий диапазон значений удельной активности изотопа <sup>226</sup>Ra: значения <sup>226</sup>Ra находятся в пределах 57,69 – 556,3 Бк/кг, при среднем 142,8 Бк/кг. Точка с максимальным значением удельной активности изотопа <sup>226</sup>Ra – 556,3 Бк/кг обнаружилась в пробах почв вблизи Моголтау на территории Худжанда. Минимальное значение изотопа <sup>226</sup>Ra зафиксировано в Шахристанском районе.

В ходе нашего исследования выяснилось, что диапазон <sup>40</sup>K для всех проб почв широкий и составляет 510,3–3102,9 Бк/кг, при среднем 1361,3 Бк/кг. Следует отметить более высокое содержания изотопа <sup>40</sup>K, зафиксированное в кишлаке Фарманкурбан Спитаменского района. Повышенные значения объясняются тем, что <sup>40</sup>K является петрогенным элементом и входит в состав распространённых породообразующих минералов [4].

По литературным данным [14], калий является одновременно биофильным, то есть жизненно необходимым для растений элементом минерального питания, а также литофильным, то есть преобладающим в составе минералов и горных пород элементом. Считается, что его радиоактивный изотоп <sup>40</sup>K относительно равномерно рассеян в биосфере по отношению к изотопу <sup>39</sup>K и составляет ≈ 0,012 % от общего пула калия в природной среде [14]. В этой связи долгоживущий радиоактивный элемент <sup>40</sup>K (T<sub>1/2</sub> = 1,3 · 10<sup>9</sup> лет) может быть маркером параметров общего распределения калия в почве.

Таблица 2

Содержание радиоактивных изотопов в составе проб почв (Бк/кг)

Проба	U-238	Ra-226	K-40	Cs-137
1			590	3,805
2	4,92	81,01	510,39	
3			1335,4	
4		57,69	515,7	
5		66,4	543,1	2,98
6			1798,1	
7			1807	
8		60,69	955,8	1,41
9	4,23	69,76	552,4	
10			3102,9	
11	910,1	8194,1	3040	
12			538,05	
13		556,3	1522,5	87,7
14			1989,4	11,7

15			1584	
16			3044,7	
17	35,57	107,74	799,8	6,73
18			1570,5	
19			799,28	
20			626,5	

Средняя концентрация активности радиоизотоп  $^{137}\text{Cs}$  в пробах почв в среднем составляет 19 Бк/кг и варьирует в интервале от 1,41 до 87,70 Бк/кг. Наиболее высокая концентрация активности  $^{137}\text{Cs}$  отмечена в пробах, взятых в окрестностях горы Моголтау на территории Худжанда. Самая низкая активность изотопа  $^{137}\text{Cs}$  фиксируется в пробах почв, взятых в Спитаменском районе. На рисунке 1. приведена карта точек отбора проб почв. На карте указаны места отбора проб, а также максимальные для исследованной области концентрации радиоактивных изотопов, обнаруженных в соответствующих точках.

По литературным данным, в окружающую среду  $^{137}\text{Cs}$  поступает при испытании ядерных устройств в результате выбросов радиоактивных отходов в атмосферу и водоёмы предприятиями атомной промышленности и ядерной энергетики [1,3].

Как правило, многими исследователями в качестве критерия оценки загрязнения почвы принимается предельно допустимое количество (ПДК) загрязняющего вещества, а в случае его отсутствия, как, например, для некоторых радиоактивных изотопов – осуществляется сравнение уровней загрязнения с фоновыми или с другими полученными данными. Кроме того, в качестве фонового уровня используется региональный минимальный уровень. Наиболее часто о фоновой концентрации химических веществ судят по составу почв фоновых территорий, удалённых от локальных источников загрязнения на 50-100 км [1,2,7,8].

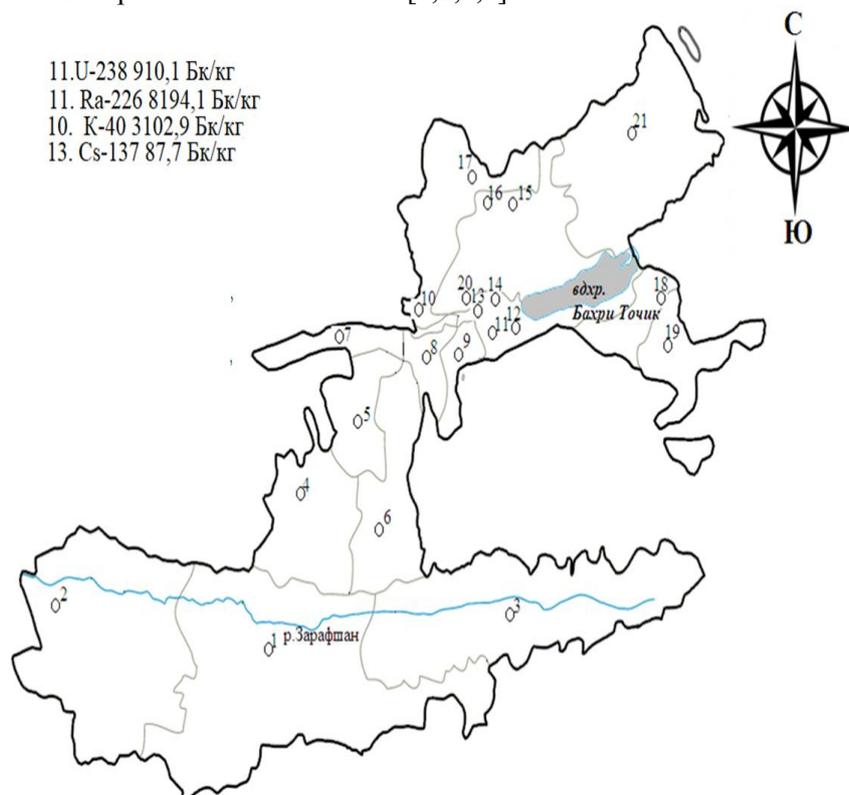


Рис. 1. Схема расположения точек отбора проб почв в Согдийской области. Обозначениями показаны расположения точек отбора проб почв на территории Северного Таджикистана с указанием максимальных концентраций обнаруженных радиоактивных изотопов

На рисунке 2 приведено соотношение среднего содержания  $^{40}\text{K}$  в пробах почв Согдийской области с юго-центральной части Таджикистана [5]. Значения концентрации изотопа  $^{40}\text{K}$  у всех проб мало отличаются друг от друга, т.е. почти равномерное значение концентрации наблюдается по всем

ареалам Таджикистана. За исключением проб, взятых в кишлаке Фарманкурбан, Дигмайском хвостохранилище и Истиклоле, которые содержат  $^{40}\text{K}$  – т.е., в 3 раза выше, чем в пробах почв юго-центральной части Таджикистана.

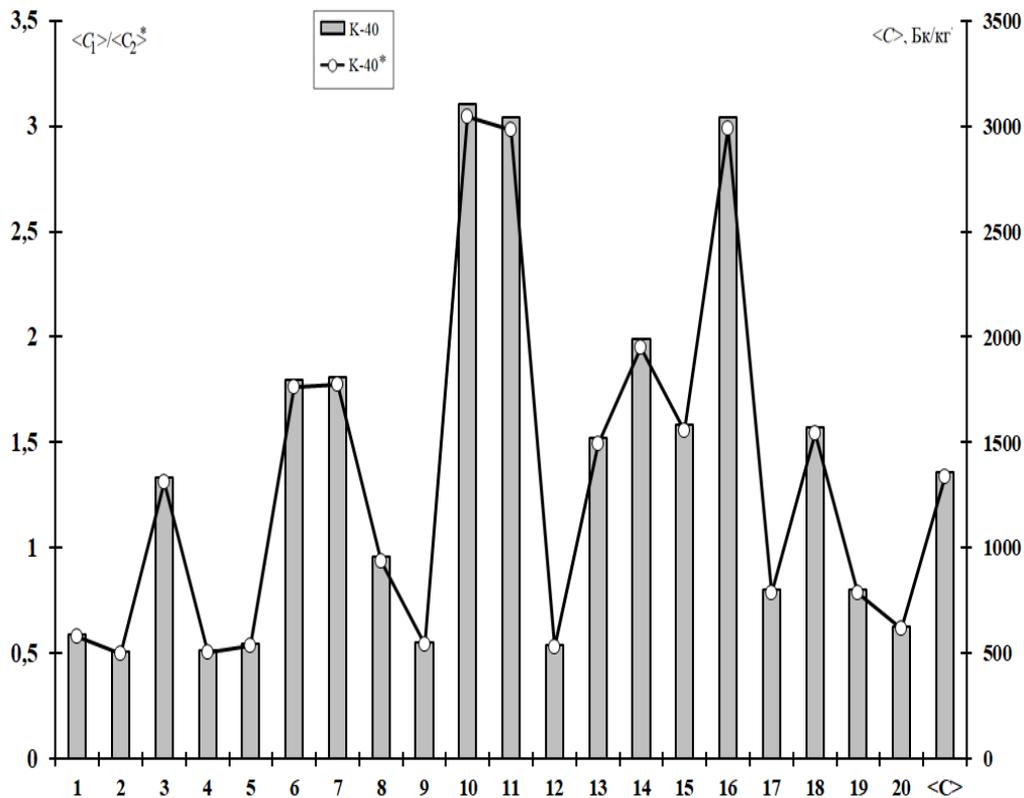


Рис. 2. Соотношение концентрации активности калия-40 в пробах почв Согдийской области с юго-центральной части Таджикистана ( $\langle C_1 \rangle$  - среднее значения изотопа ( $^{40}\text{K}$ ) в пробах почв Согдийской области,  $\langle C_2 \rangle^*$  - среднее значения изотопа ( $^{40}\text{K}$ ) в пробах почв юго-центральной части Таджикистана) [5]

В ходе нашего исследования выяснилось, что среднее содержание  $^{40}\text{K}$  для всех проб почв Северного Таджикистана составляет – 1361,3 Бк/кг, в 1,33 раза выше, чем в пробах почв юго-центральной части Таджикистана.

Проведённые исследования показали, что значения удельной активности  $^{226}\text{Ra}$  в почвах Северного Таджикистана меньше, чем в почвах юго-центральной части Таджикистана, за исключением окрестностей горы Моголтау в пределах Худжанда, которая в 3,8 раза выше, чем в почвах юго-центральной части Таджикистана.

Анализ полученных данных показал, что на исследуемой территории концентрации  $^{137}\text{Cs}$  значительно изменяются в широком диапазоне, его концентрация в почве Согдийской области в максимальных случаях достигает 87,7 Бк/кг. На рис. 4, для большей наглядности, нами представлено сравнительное среднее содержание  $^{137}\text{Cs}$  в пробах почв Согдийской области с юго-центральной части Таджикистана.

Представленная гистограмма наглядно демонстрирует различия в распределении значений накопления  $^{137}\text{Cs}$  для отдельных ареалов Таджикистана. В работе [5,6] детально исследовано содержание  $^{137}\text{Cs}$  на территории юго-центральной части Таджикистана и доказано влияние антропогенных факторов на высокое содержание  $^{137}\text{Cs}$ .

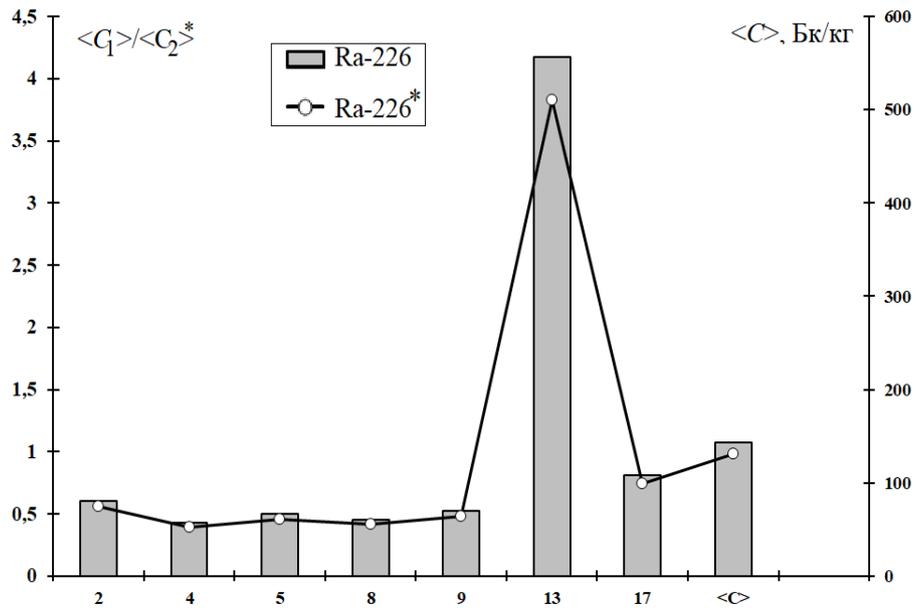


Рис. 3. Соотношение концентрации активности радия – 226 в пробах почв Согдийской области с юго-центральной части Таджикистана; ( $\langle C_1 \rangle$  – среднее значение изотопа ( $^{226}\text{Ra}$ ) в пробах почв Согдийской области;  $\langle C_2 \rangle^*$  – среднее значение изотопа ( $^{226}\text{Ra}$ ) в пробах почв юго-центральной части Таджикистана) [5]

Сравнение показывает, что средняя концентрация активности  $^{137}\text{Cs}$  в пробах почв Согдийской области в 2 раза выше, чем в почвах юго-центральной части Таджикистана.

Как видно из представленного для сравнения рисунка, значения концентрации изотопа  $^{40}\text{K}$  у всех проб мало отличаются друг от друга, т.е. почти равномерное значение концентрации наблюдается по всем территориям Таджикистана, что говорит об одинаковом характере загрязнения этих территорий по данному радионуклиду. За исключением проб, взятых в кишлаке Фарманкурбан, Дигмайском хвостохранилище и Истиклоле, которые содержат  $^{40}\text{K}$  – в 3 раза выше, чем в пробах почв юго-центральной части Таджикистана.

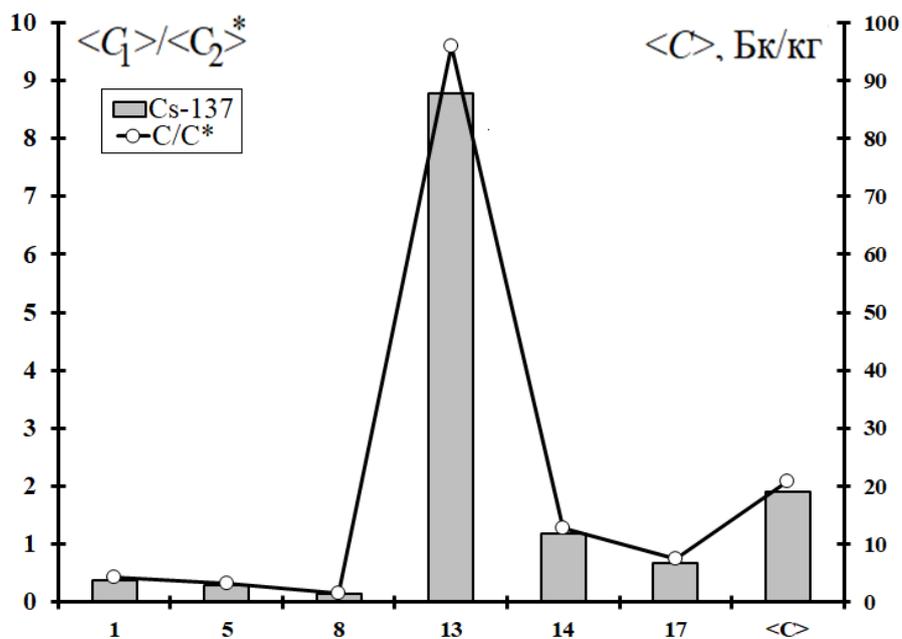


Рис. 4. Соотношение концентрации активности  $^{137}\text{Cs}$  в пробах почв Согдийской области с юго-центральной части Таджикистана; ( $\langle C_1 \rangle$  – среднее значение изотопа ( $^{137}\text{Cs}$ ) в пробах почв Согдийской области;  $\langle C_2 \rangle^*$  – среднее значение изотопа ( $^{137}\text{Cs}$ ) в пробах почв юго-центральной части Таджикистана) [5]

Накопление радиоизотопа  $^{226}\text{Ra}$  на исследуемой территории и юго-центральной части Таджикистана почти одинаково для всех проб почв; в окрестностях горы Моголтау в пределах Худжанда оно в 3,8 раза выше, чем в почвах юго-центральной части Таджикистана; мы полагаем что по всей видимости, это связано с его наличием в породах Моголтауского хребта.

По результатам проведённых работ установлено, что высокое содержание калия-40 на исследуемой территории зафиксировано в Спитаменском районе, в кишлаке Фармонкурбан, калия-40 концентрация в максимальных случаях достигает 3102,9 Бк/кг. Можно предположить, что эти превышения связаны со спецификой почвообразующих пород. В целом концентрация активности  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{40}\text{K}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в почвах Северного Таджикистана почти не отличается от юго-центральной части Таджикистана, за исключением концентрации активности  $^{137}\text{Cs}$ , которая более высока в окрестностях горы Моголтау в пределах Худжанда, но её влияние на общий фон невелико. Нами было обнаружено (табл. 2), что концентрации естественных радиоактивных изотопов в почвах различных районов Согдийской области статистически отличаются друг от друга.

Уровень концентрации активности  $^{137}\text{Cs}$  колебался от 1,41 Бк/кг до 87,7 Бк/кг. При этом самая высокая концентрация активности данного изотопа характерна для окрестностей горы Моголтау в пределах Худжанда. Таким образом, наличие радиоактивных хвостохранилищ Северного Таджикистана оказывает незначительное радиоэкологическое воздействие за пределами данной местности. Концентрация активности радиоактивных изотопов в почвах местности варьируется в широких пределах и зависит от двух основных факторов: естественный фон, который определяется геохимическими аспектами, и техногенное загрязнение в результате переноса воздушных масс, удалённых за счёт источников, что также может внести значительный вклад в загрязнение почвы взвешенными радиоактивными частицами.

Благодарности.

**Мы посвящаем эту статью памяти нашего коллеги и вдохновителя, профессора Муртазаева Хотамы.** Авторы благодарны сотрудникам и студентам физико-технического факультета Худжандского государственного университета за большую помощь в полевых работах, сотрудникам Лаборатории Агентства по ХБРЯ НАНТ за помощь в организации и проведении аналитических работ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Грицко, П.П. Распределение тория, урана и  $^{137}\text{Cs}$  в почвах городов Иркутск и Ангарск (Прибайкалье): дисс. к.г.-м.н. 25.00.36 / Грицко Полина Павловна. - Иркутск, 2018. - 160 с.
2. Абдуллаев, С.Ф. Распределение природной и техногенной радиоактивности в образцах пыльной мглы юга Таджикистана / С.Ф. Абдуллаев, Н.А. Абдурасулова, Б.И.Назаров, В.А. Маслов, Ан. А. Джураев, А.А.Джураев, У. Мадвалиев, Т. Давлатшоев // - Доклады Академии наук Республики Таджикистан 2011, том 54, №9, с.746-753.
3. Рождественская, Т.А. Естественные и искусственные радионуклиды в почвах, растениях и сельскохозяйственной продукции Алтайского края / Т.А.Рождественская, А.В.Пузанов, И.А. Трошкова, И.В. Горбачев, Ю.Б. Кирста, О.А.Ельчинова, М.П. Пеленева // - Известия АО РГО, 2019, № 3 (54), с.126-133.
4. Киселёв, Г.П. Радиоактивные изотопы в почвах Архангельской промышленной агломерации / Г.П. Киселёв, А.В.Баженов, И.М. Киселёва // - Науки о земле, 2013, с.12-20.
5. Кодирова, Х.И. Изотопный состав почв Таджикистана. /Х.И. Кодирова // -Ученые записки ХГУ им. акад. Б.Гафурова. Естественные и эконом. науки, 2017, №2(41), с.60-65.
6. Муминов, С.В. Содержание цезия-137 в почвенном покрове Центрального и Южного Таджикистана / С.В. Муминов, Б.Б. Баротов, У.М. Мирсаидов, Ш.Р. Муродов, Дж.А. Саломов, И. Мирсаидзода (И.У. Мирсаидов) // Радиационная гигиена.–2021.–Т.14.– № 2.– с.66-71
7. Мирсаидов, И.У. Физико-химические основы получения урановых концентратов из отходов и сырьевых материалов / И.У. Мирсаидов // Душанбе. - Дониш.- 2014. - 106 с.
8. Муртазаев, Х. Дигмайское радиоактивное хвостохранилища и ее влияние на окружающую среду / Х. Муртазаев, А. Муртазаев // Худжанд. Изд-во «Нури маърифат». - 2016. - 116 с.
9. Очкин, А.В. Введение в радиоэкологию / А.В. Очкин, Н.С. Бабаев, Э.П. Магомедбеков // Учебное пособие для вузов. М., ИздАт. -2003. -200с
10. Давыдов, М.Г. Радиоэкология: учебник для вузов / М.Г. Давыдов и др. // Ростов н/Д: Феникс. -2013. - 635 с
11. Умаров, Н.Н. Влияние радионуклидов на молекулярную динамику функциональных групп каперса колючего / Н.Н. Умаров, И.Х. Юсупов, А. Абдуманонов, А.Л. Кадыров, С.Ф. Абдуллаев, Ф.А. Абдуманонова // Учёные записки. Серия естественные и экономические науки. №3(58). 2021.-с.29-35.

12. Методика измерений удельной активности изотопов урана в пробах почв, грунтов, донных отложений и горных пород и строительных материалов на их основе альфа-спектрометрическим методом с радиохимической подготовкой // Лаборатория изотопных методов анализа ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского». М., 2013. 18 с.
13. Методика радиационного контроля. Радиоактивность почв. Отбор и подготовка проб при проведении радиационно-экологического мониторинга. МРК-РЭМ-69-00. М.: МосНПО «РАДОН».2000.
14. Кочиш, И.И. Особенности вертикального распределения радионуклидов в почвах луговых агроценозов Шатурского района Московской области / И.И. Кочиш, Ц.Ц. Содбоев, М.В. Шукин, Н.М. Давыденко // Биотехнология, Ветеринария, зоотехния и биотехнология, 2014.-№6.-с. 35-40.
15. Муминов, С.В. Изучение содержания природных радионуклидов в почвах некоторых районов Таджикистана / С.В. Муминов // Доклады НАНТ, 2022.т.65.-№1-2.-с. 106-111.

## LITERATURE

1. Gritsko, P.P. Distribution of thorium, uranium and <sup>137</sup>Cs in the soils of the cities of Irkutsk and Angarsk (Baikal region): diss. PhD 25.00.36 / Gritsko Polina Pavlovna. - Irkutsk, 2018. - 160 p.
2. Abdullaev, S.F. Distribution of natural and technogenic radioactivity in samples of dusty mist in the south of Tajikistan / S.F. Abdullaev, N.A. Abdurasulova, B.I. Nazarov, V.A. Maslov, An. A. Juraev, A.A. Juraev, U. Madvaliev, T. Davlatshoev // - Reports of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan 2011, V. 54, No 9, p. 746-753.
3. Rozhdestvenskaya, T.A. Natural and artificial radionuclides in soils, plants and agricultural products of the Altai Territory / T.A. Rozhdestvenskaya, A.V. Puzanov, I.A. Troshkova, I.V. Gorbachev, Yu.B. Kirsta, O.A. Elchinina, M.P. Peleneva // - Izvestiya Proceedings of the Russian Geographical Society, 2019, No. 3 (54), p. 126-133.
4. Kiselev, G.P. Radioactive isotopes in the soils of the Arkhangelsk industrial agglomeration / G.P. Kiselev, A.V. Bazhenov, I.M. Kiseleva // - Earth Sciences, 2013, p.12-20.
5. Kodirova, Kh.I. Isotopic composition of soils in Tajikistan. / Kh.I. Kodirova // -Scientific notes of KhGU im. acad. B. Gafurov. Natural and economy. Nauki, 2017, No. 2(41), p. 60-65.
6. Muminov, S.V. The content of cesium-137 in the soil cover Central and Southern Tajikistan / S.V. Muminov, B.B. Barotov, U.M. Mirsaidov, Sh.R. Murodov, J.A. Salomov, I. Mirsaidzoda (I.U. Mirsaidov) // Radiation hygiene.-2021.-Т.14.- No. 2.- p.66-71
7. Mirsaidov, I.U. Physico-chemical bases for obtaining uranium concentrates from waste and raw materials / I.U. Mirsaidov // Dushanbe. - Donish. - 2014. - 106 p.
8. Murtazaev, H. Dismay radioactive tailings and its impact on the environment / Kh. Murtazaev, A. Murtazaev // Khujand. Publishing house "Nuri Marifat". - 2016. - 116 p.
9. Ochkin, A.V. Introduction to radioecology / A.V. Ochkin, N.S. Babaev, E.P. Magomedbekov // Textbook for universities. М., Publishing house. -2003. -200 p.
10. Davydov, M.G. Radioecology: a textbook for universities / M.G. Davydov et al. // Rostov n/D: Phoenix. - 2013. - 635 p.
11. Umarov, N.N. Influence of radionuclides on the molecular dynamics of functional groups of prickly caper / N.N. Umarov, I.Kh. Yusupov, A. Abdumanonov, A.L. Kadyrov, S.F. Abdullaev, F.A. Abdumanonova // Scientific notes. Series natural and economic sciences. No. 3(58). 2021.-p. 29-35.
12. Method for measuring the specific activity of uranium isotopes in samples of soils, soils, bottom sediments and rocks and building materials based on them by the alpha-spectrometric method with radiochemical preparation. N.M. Fedorovsky". М., 2013. 18 p.
13. Radiation control technique. Soil radioactivity. Sampling and preparation of samples during radiation-ecological monitoring. MRK-REM-69-00. М.: MosNPO "RADON". 2000.
14. Kochish, I.I. Peculiarities of the vertical distribution of radionuclides in the soils of meadow agroecosystems in the Shatursky district of the Moscow region / I.I. Kocsis, C.C. Sodboev, M.V. Schukin, N.M. Davydenko // Biotechnology, Veterinary, Animal Science and Biotechnology, 2014.-№6.-p. 35-40.
15. Muminov S.V. Study of the content of natural radionuclides in the soils of some regions of Tajikistan / S.V. Muminov // Reports of NAST, 2022.v.65.-№ 1-2.p.106-111.