

DOI: 10.22363/2313-2310-2026-34-3-421-432

EDN: FIGZPE

УДК 504.75:504.054:504.064

Научная статья / Research article

Экологические аспекты прошлой добычи урана в Центральной Азии и Монголии

У. Мирсаидов¹, Х.М. Назаров¹✉, Д. Цэрэн²,
Ж. Чимэдбазарын²

¹Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности
Национальной Академии наук Таджикистана, Душанбе, Таджикистан

²Институт физики и технологии Монгольской Академии наук, Улан-Батор, Монголия

✉ holmurod18@mail.ru

Аннотация. Цель исследования — обобщение данных о формировании и современном состоянии урановых хвостохранилищ в странах Центральной Азии и Монголии, а также разработка рекомендаций по улучшению радиэкологической обстановки. Объект исследования — урановые хвостохранилища и прилегающие к ним территории в странах Центральной Азии и Монголии. Использованы материалы ранее выполненных исследований. Радиационный мониторинг проводился с применением современных приборов и оборудования производства Российской Федерации («Доза»), Республики Беларусь («Атомтех»), США (Canberra) и Германии (Thermo). Установлено, что негативное радиологическое воздействие хвостохранилищ на окружающую среду и население обусловлено сходством природно-климатических условий и особенностями переработки урановых руд. Выявлено, что в странах Центральной Азии часть хвостохранилищ остается нерекультивированной, тогда как в Монголии урановые отходы до настоящего времени не охвачены рекультивационными мероприятиями. На отдельных участках мощность дозы гамма-излучения достигает 3,5 мкЗв/ч, что превышает фоновые значения почти в 12 раз. Обоснована необходимость реализации комплекса мер, включающего организацию системного радиационного контроля, реабилитацию загрязненных территорий и расширение межгосударственного взаимодействия при реализации национальных и международных проектов.

Ключевые слова: урановое производство, урановые хвостохранилища, мощность дозы, загрязнение, рекультивация

Вклад авторов. Мирсаидов У. — руководство исследованием, создание рукописи и ее редактирование. Назаров Х.М. — концептуализация, верификация данных, создание черновика рукописи. Цэрэн Д. — администрирование проекта, визуализация. Чимэдбазарын Ж. — проведение исследования, верификация данных. Все авторы ознакомлены с окончательной версией статьи и одобрили ее.

© Мирсаидов У., Назаров Х.М., Цэрэн Д., Чимэдбазарын Ж., 2026



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Финансирование. Исследования проведены в рамках научно-исследовательских работ Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности Национальной академии наук Таджикистана на тему «Радиоэкологическая оценка и радиационный мониторинг экосистем на примере Таджикистана» (2025–2029 гг.). Гос. регистрация № 0125 TJ 1657.

Благодарности. Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории технических услуг Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН Таджикистана за оказание содействия в организации и проведении исследований.

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Заявление об использовании технологий искусственного интеллекта. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовались.

Заявление о доступности данных. Все данные, полученные в ходе этого исследования, включены в опубликованную статью.

История статьи: поступила в редакцию 22.10.2025; доработана после рецензирования 28.04.2026; принята к публикации 07.05.2026.

Для цитирования: *Мирсаидов У., Назаров Х.М., Цэрэн Д., Чимэдбазарын Ж.* Экологические аспекты прошлой добычи урана в Центральной Азии и Монголии // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2026. Т. 34. № 3. С. 421–432. <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2026-34-3-421-432> EDN: FIGZPE

Environmental aspects of past uranium mining in Central Asia and Mongolia

Ulmas Mirsaidov¹, Kholmurod M. Nazarov¹✉, Davaadorj Tseren²,
Jargal Chimedbazaryn²

¹*Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan*

²*Institute of Physics and Technology Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia*
✉holmurod18@mail.ru

Abstract. The aim of the work is to generalize data on the formation and current state of uranium tailings in the countries of Central Asia and Mongolia, as well as to develop recommendations for improving the radioecological situation. The object of study is uranium tailings and adjacent territories in the countries of Central Asia and Mongolia. The study is based on the analysis of previously published research conducted in the specified countries. Radiation monitoring was carried out using modern instruments and equipment manufactured in the Russian Federation (Doza), the Republic of Belarus (Atomtex), the USA (Canberra), and Germany (Thermo). It was established that the negative radiological impact of uranium tailings

on the environment and population is driven by similarities in natural and climatic conditions and the specific features of uranium ore processing. In Central Asia, a number of tailings remain unreclaimed, while in Mongolia uranium waste has not yet been subjected to remediation measures. In certain local areas, the gamma dose rate reaches up to 3.5 $\mu\text{Sv/h}$, which is nearly 12 times higher than background levels. The necessity of implementing a comprehensive set of measures is substantiated, including the establishment of systematic radiation monitoring, rehabilitation of contaminated areas, and strengthening of interstate cooperation in the implementation of national and international projects.

Keywords: uranium production, uranium tailings, dose rate, pollution, reclamation

Authors' contribution. *U. Mirsaidov* — supervision, writing-review and editing; *Kh.M. Nazarov* — conceptualization, validation, writing-original draft; *D. Tseren* — project administration, visualization; *J. Chimedbazaryn* — investigation, validation. All authors have read and approved the final version of the manuscript.

Funding. The research was conducted as part of the research project of Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan on the topic: “Radioecological assessment and radiation monitoring of ecosystems using Tajikistan as an example” (2025–2029). State Registration No 0125 TJ 1657.

Acknowledgements. The authors express their gratitude to the staff of the Technical Services Laboratory of Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Safety and Security Agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan for their assistance in organizing and conducting the research.

Conflicts of interest. The authors declare no conflicts of interest.

Statement on the use of artificial intelligence technologies. No generative artificial intelligence technologies were used in the creation of this article.

Data availability. All data obtained during this study are included in the published article

Article history: received 22.10.2025; revised 28.04.2026; accepted 07.05.2026.

For citation: Mirsaidov U, Nazarov KhM, Tseren D, Chimedbazaryn J. Environmental aspects of past uranium mining in Central Asia and Mongolia. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2026;34(3):421–432. <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2026-34-3-421-432> EDN: FIGZPE

Введение

Производство урана и его растущая индустрия требуют особого внимания к рискам, которые могут возникнуть в результате добычи, переработки и хранения этого радиоактивного материала. В странах Центральной Азии в период 1942–1996 гг. прошлого века осуществлялась деятельность по добыче и переработке урановых руд, в результате чего образовались значительные объемы радиоактивных отходов [1].

В более поздний срок к добыче урановых руд в период бывшего советского времени была также привлечена Монгольская Народная Республика [2]. Монголия имеет колоритную историю относительно деятельности связанной

с ураном, как результат сотрудничества на протяжении более 60 лет с крупными компаниями из России, США, Канады, Китая, Франции и Чешской Республики. Развитие уранового производства в Монгольской Народной Республике можно условно разделить на три этапа.

1. *Становление*: интенсивные геологические изыскания, открытия и разработки перспективных месторождений (1960–1995 гг.).

2. *Стагнация*: приостановление производства, реструктуризация активов (1994–2016 гг.).

3. *Возрождение*: открытие и эксплуатация новых месторождений, восстановление активности (с 2016 г. по настоящее время).

Каждый из этапов развития связан с проблемами радиационной защиты, охраной окружающей среды, персонала и населения. В связи с возрастанием тенденции возобновления уранодобывающей активности в настоящее время в Монголии внесение ясности, определение и оценка возможных экологических влияний рудников, прекративших производственную деятельность, становятся актуальной задачей.

Цель исследования — обобщение имеющихся материалов по формированию и современному состоянию урановых хвостохранилищ в странах Центральной Азии и Монголии и выработка рекомендаций по улучшению радиоэкологической обстановки в этих странах.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования выбраны урановые хвостохранилища и их природно-техногенные участки, прилегающие к ним территории в странах Центральной Азии и Монголии.

Радиоактивные урановые отходы в Таджикистане. В результате деятельности Государственного унитарного предприятия «Таджредмет» (бывший Ленинабадский горно-химический комбинат, ранее — 6-й комбинат) на территории Республики Таджикистан образовались объекты размещения отходов уранового производства, включая хвостохранилища, а также отвалы вскрышных пород и забалансовых руд. Общее количество отходов, накопленных в этот период, составляет 55 млн т на площади 170 га с суммарной активностью 6,5–7,7 тыс. Кюри. Практически все основные объекты уранового наследия расположены в Северном Таджикистане в горной местности рядом с населенными пунктами: Истиклол, Бустон, Худжанд, Адрасман [3].

Радиоактивные урановые отходы в Кыргызстане. В Кыргызстане на 6 площадках расположены 33 радиоактивных хвостохранилищ и 25 горных отвалов [4].

Радиоактивные урановые отходы в Узбекистане. На территории Янгиабадского рудного поля имеются четыре закрытых урановых рудника и 29 отвалов пустых пород около штолен и стволов шахт. Общий объем накопленного здесь загрязненного материала составляет порядка 500 тыс. м³. В основном

забалансовые руды из мест первичной добычи урановых руд в Центральном-Кызылкумском регионе были перевезены в окрестности г. Учкудук, где были складированы и находятся там до настоящего времени¹.

Радиоактивные урановые отходы в Казахстане. Впервые уран в Казахстане начали добывать еще в 1948 г. В 1963 г., в целях расширения добычи полезных ископаемых, бывшим министерством среднего машиностроения СССР на полуострове Мангышлак был заложен город Шевченко (ныне Актау) и создано ведущее градообразующее предприятие — Прикаспийский горно-металлургический комбинат, в структуру которого вошел обогатительный химико-гидрометаллургический завод. Объем накопленных радиоактивных отходов уранодобывающих предприятий составляет 61 млн т с суммарной активностью 6,23 ПБк [5].

Радиоактивные урановые отвалы в Монголии. Ориентировочные оценки объема урановых отходов, образовавшихся на территории Монголии в течение 1988–1995 гг., составляют до 2 млн т [6], с учетом только отвалов, складированных забалансовых руд.

В соответствии с соглашением между правительствами СССР и Монгольской Народной Республики от 23 декабря 1981 г. «О разработке урановых месторождений на территории Монгольской Народной Республики» и на основании постановления Совета Министров СССР от 17 мая 1982 г. № 543-150сс Приаргунский горно-химический комбинат приступил в 1983 г. к строительству советского горнодобывающего предприятия «Эрдес» на территории Монголии на базе месторождения «Дорнод», входящего в группу урановых месторождений Дорнодского рудного поля, расположенного в 300 км от г. Краснокаменска в Забайкальском крае Российской Федерации. Карьер «Дорнод» производительностью 400 тыс. руды в год был введен в эксплуатацию в 1988 г. Производство урана в это время составляло 860 т U_3O_8 в год. С 1989 по 1991 г. было отгружено около 500 тыс. т руды, еще около 300 тыс. т было накоплено на рудных складах [2].

Кроме открытого карьера, на том же месторождении был организован подземный рудник № 7. Однако в связи с изменившейся конъюнктурой на урановое сырье финансирование строительства предприятия «Эрдес» было прекращено, как и масштабные поиски урана. В марте 1995 г. отгрузку руды из Монголии прекратили, хотя добыча продолжалась до конца 1996 г.

В ходе радиационных мониторингов были применены современные приборы и оборудования — комплект RackEye FHT1377 (Thermo Scientific, Германия) и дозиметры ДКС-96 («Доза», Россия), ДКС-АТ1123 («Атомтех», Беларусь).

Отбор проб и пробоподготовка осуществлены в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.4.02-84 и ГОСТ 17.4.3.01-2017.

¹ The Environmental Behaviour of Uranium / F.P. Carvalho, S. Fesenko, A.R. Harbottle et al. // Technical Reports Series No. 488. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2023. P. 334–336.

Измерения суммарной альфа- и бета-активности образцов почв проводились на гамма-спектрометре («Canberra Industries», США) и альфа-бета радиометром УМФ-2000.

Определение содержания тяжелых металлов осуществлялось методом рентгенофлуоресцентного анализа на приборе «Спектроскан МАКС-GV» и методом атомно-абсорбционной спектрометрии на спектрофотометре «Квант-2А» производства НПО «Кортек».

Результаты и обсуждение

Состояние урановых объектов Таджикистана. Некоторые оценки современного состояния бывших урановых объектов в Таджикистане представлены в работах [7–10].

Урановые хвостохранилища г. Истиклол. В 2022–2023 гг. осуществлена реабилитация урановой площадки «Табошар». В результате выравнивания отвала «Фабрики бедных руд» ее площадь увеличилась почти в два раза (с 7,9 до 14,5 га), крутизна наклона террикона понизилась с 60–70° до 18–22°, а высота с 60 до 35 м. Мощности дозы гамма-излучения на поверхности отвала достигли уровня фона — 0,30 мкЗв/ч, при характерном диапазоне 0,17–0,65 мкЗв/ч. Также была дополнительно усилена мощность покрытия поверхности урановых хвостохранилищ «I–IV очереди» нейтральным грунтом, в результате чего мощность дозы гамма-излучения на их поверхности достигла 0,25 мкЗв/ч, при характерном диапазоне 0,18–0,36 мкЗв/ч.

Хвостохранилище цеха № 3. Значение мощности дозы гамма-излучения в окружении отвалов были определены на уровне 0,4–0,7 мкЗв/ч и достигала 3,0–4,0 мкЗв/ч в местах, где находятся отвалы забалансовых руд. Требуется проведение дополнительных работ по его рекультивации.

Адрасманское хвостохранилище находится на консервации, у подножья склона которого имеются следы выноса материала хвостохранилища на нижнем участке сая (горной речки). На таких участках наблюдаются повышенные уровни мощности дозы гамма-излучения 1,2–2,5 мкЗв/ч. Считаем необходимым реконструировать имеющийся водоотводный канал.

Состояние урановых объектов Кыргызстана. В районе поселка Мин-Куш расположены четыре хвостохранилища (Туюк-Суу, Талды-Булак, Как и Дальнее), содержащие радиоактивные материалы, общим объемом 1,15 млн м³ и общей площадью 196,5 тыс. м², а также четыре горных отвала [11–13]. Среднее значение мощности дозы гамма-излучения на поверхности хвостохранилищ составляет 0,3–0,6 мкЗв/ч, хотя на некоторых участках отмечено значение 5–12 мкЗв/ч. Работы по рекультивации в поселке Мин-Куш находятся на завершающей стадии.

Хвостохранилище «Каджи-Сай». В 2019 г. завершена рекультивация хвостохранилища. На поверхности хвостохранилища мощность дозы гамма-излучения составляет в среднем 0,3–0,6 мкЗв/ч.

Горные отвалы в районе поселка Шекафтар. Среднее значение мощности дозы гамма-излучения на поверхности отвалов составляет 0,6–1,5 мкЗв/ч. Отвалы, расположенные на берегу р. Сумсар, интенсивно размываются водами реки.

Хвостохранилище «Майлуу-Суу». Значение мощности дозы гамма-излучения на поверхности хвостохранилища находится в пределах 0,6–1,0 мкЗв/ч. Ведутся работы по рекультивации хвостохранилищ, шахтоотвалов, промышленных зданий и штолен уранового комплекса в городе Майлуу-Суу.

Состояние урановых объектов Узбекистана. В руднике Чаркесар-1 отвалы горной породы расположены в случайно выбранных углублениях рельефа на днище и по бортам долины. Средний фон гамма-излучения окрестностей участка составляет 0,6 мкЗв/ч. На поверхности отвалов горных пород мощность дозы гамма-излучения изменяется от 0,8 до 2,5 мкЗв/ч. Уровень естественного фона гамма-излучения поверхности горных пород в окрестностях рудника Чаркесар-2 составляет около 0,3–0,4 мкЗв/ч, суммарная удельная альфа-активность пород изменяется в диапазоне 1,0–1,3 кБк/кг.

Хвостохранилища гидрометаллургического завода г. Навои и в окрестностях г. Учкудук. Шламы хвостохранилища сформировались при переработке руд месторождений Сугралы, Сабырсай и Учкудук. Мощность дозы на поверхности отходов изменяется в пределах 5,0–17,0 мкЗв/ч, удельная суммарная альфа-активность материала хвостов 90–100 тыс. Бк/кг².

Состояние урановых объектов Казахстана. Отвалы и хвостохранилища вблизи поселка Заозерный и г. Степногорск охватывают примерно 734 га и содержатся около 46 млн т отходов уранового производства с активностью 5,92 ПБк [14]. Поверхность рудных отвалов рудника № 9 покрыта слоем глины в 1 м, мощность дозы гамма-излучения составляет 0,2 мкЗв/ч.

Состояние урановых объектов Монголии. Отвалы забалансовых руд горного способа добычи определяют повышение радиоактивности на локальных площадях в интервале 3,5–15,0 мкЗв/ч на фоне 0,22–0,32 мкЗв/ч.

Что касается жидких отходов, компания *Western Prospector* выкачала из законсервированной шахты на месторождении «Гурванбулак» и слила их в фильтрационное озеро вблизи шахты. Выявленная максимальная мощность дозы на Гурванбулакском месторождении доходит до 1860 мкЗв/ч, что в 29,2 раза превышает мировое среднее значение радиационного фона [2; 15].

Урановые карьеры в Таджикистане, Казахстане и Монголии. После прекращения добычи урановой руды открытым способом в указанных странах карьеры заполнялись грунтовыми водами, при этом концентрации ²³⁸U и ²³⁴U находятся в диапазоне 20–30 Бк/л (рисунок).

² The Environmental Behaviour of Uranium / F.P. Carvalho, S. Fesenko, A.R. Harbottle et al. // Technical Reports Series No. 488. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2023. P. 334–336.



Общий вид бывших урановых карьер:

а — рудника Табошар, Таджикистан; б — рудника Курдай, Казахстан; в — рудника Гурванбулак, Монголия

Источник: фото выполнено Х.М. Назаровым, Ж. Чимэдбазарыным.

Относительно высокие концентрации урана 1200–1400 мкг/л были обнаружены в затопленном карьере в Курдае, Казахстан. Измерение монгольских и японских ученых в 2013 г. вблизи карьера месторождения Гурванбулак (Монголия) показало высокую эффективную эквивалентную дозу 250 мкЗв/ч, что в 5 раз превышает мировое среднее значение радиационного фона. Более подробные данные по воде уранового карьера г. Истиклола приведены в табл. 1.

Таблица 1. Концентрация активности урана в водах на участке Табошарского рудника Таджикистана

Расположение	Концентрация активности				
	U, мг/л	²³⁸ U, Бк/л	²³⁴ U, Бк/л	²³⁴ U / ²³⁸ U	²²⁶ Ra, Бк/л
Шахта	1660	20,5	20,9	1,02	1,13
Выход из штольни № 2	1430	17,6	17,9	1,02	0,87
Река Сырдарья	35,3	0,44	0,73	1,66	0,006

Источник: составлено Х.М. Назаровым, Ж. Чимэдбазарыным.

Эрозионные состояния урановых хвостохранилищ в странах Центральной Азии. Обильные атмосферные осадки часто в странах Центральной Азии приводят к эрозионному воздействию водных потоков на поверхности хвостохранилищ региона³.

Эколого-геохимическая оценка загрязненности территории вокруг хвостохранилищ. Экологическое состояние урановых месторождений и прилегающих местностей после стольких лет прекращения их деятельности в странах Центральной Азии и Монголии подлежит детальному изучению для уточнения возможных последствий и целесообразности проведения при необходимости восстановительных работ.

Ситуация в Таджикистане. На Дигмайском хвостохранилище радиологический риск остается относительно высоким, так как оно считается действующим и его поверхность до сих пор остается открытой. Растительность территории, прилегающей к указанному хвостохранилищу, представлена эфемерно-эфемероидными и полынными сообществами. В ее составе встреча-

³ The Environmental Behaviour of Uranium / F.P. Carvalho, S. Fesenko, A.R. Harbottle et al. // Technical Reports Series No. 488. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2023. P. 334–336.

ются петрофитный кустарник курчавка, травянистые многолетники (мятлик, тюльпан, лук и катран), а также эфемеровое разнотравье. Результаты биогеохимического опробования представлены в табл. 2.

Таблица 2. Среднее содержание элементов в растении полыни и почве на территории вокруг Дигмайского хвостохранилища (Таджикистан)

Элементы	Годы замеров								
	2001			2015			2020		
	растение, %	почва, %	$K_{\text{бп}}$	растение, %	почва, %	$K_{\text{бп}}$	растение, %	почва, %	$K_{\text{бп}}$
Mn	0,011	0,04	0,3	0,001	0,001	1,0	0,065	0,0088	0,8
Ni	0,001	0,0018	0,6	0,0025	0,003	0,8	0,0025	0,0031	0,8
V	0,0024	0,002	1,2	0,005	0,002	2,5	0,0054	0,002	2,8
Cr	0,0018	0,0022	0,8	0,0022	0,0011	2,0	0,006	0,0087	0,8
Pb	0,0056	0,0006	9,5	0,002	0,001	2,0	0,007	0,0025	2,3
Zn	0,0086	0,001	8,6	0,0066	0,001	6,6	0,0085	0,0015	5,2
U	0,001	0,0007	1,3	0,001	0,0008	1,2	0,002	0,0011	2,0

Источник: составлено Х.М. Назаровым, Ж. Чимэбазарыным.

Сравнительный анализ данных табл. 2 показал, что биохимические процессы в слоях растений и почвы повлияли на количество подвижных форм отдельных элементов. За этот период содержание свинца в почвах увеличилось примерно в 2,6 раза, в то время как содержание ванадия осталось неизменным. Высокий рост загрязнения отмечался в 2015 г. Это обусловлено высушиванием прудка хвостохранилища, увеличением пылящей поверхности и объемов выносимого материала. В период 2016–2017 гг. по инициативе Исполнительного органа государственной власти в Согдийской области была проведена частичная рекультивация (200 тыс. м²) поверхности хвостохранилища. Это способствовало некоторому улучшению радиоэкологической ситуации на прилегающих территориях вокруг хвостохранилища. Подтверждением этого служат данные, полученные в 2020 г.

Ситуация в Кыргызстане. Содержание микроэлементов в почвенном покрове на территории урановой природно-техногенной провинции Мин-Куш находится в пределах допустимых концентраций, за исключением почв хвостохранилищ «Туюк-Суу» и «Дальний», штольной на жилых площадках № 17 и 21. На указанных объектах выявлены повышенные концентрации Mn, Co, Ni, Ti, Cr и Pb по сравнению с предельно допустимыми концентрациями и установленными биогеохимическими критериями [16]. Установлено, что в почвах отдельных природно-техногенных участков данного хвостохранилища удельная активность естественных радионуклидов превышает Кларковые значения: ²³⁸U в 10–15 раз, ²²⁶Ra в 15–20 раз, ²³²Th и ⁴⁰K в 1–1,5 раза.

Ситуация в Монголии. Природные радиоактивные элементы (Th, U и Rn) сопутствуют процессам горнодобывающего производства меди, молибдена, железа и вольфрама. Регулярное проведение взрывных работ способствует высвобождению значительных количеств радона из недр, что приводит к фор-

мированию зоны повышенной концентрации радона. Под воздействием ветровых потоков данная зона может распространяться в направлении близлежащего населенного пункта — города Эрдэнэт.

Хвостовой материал характеризуется высоким содержанием мелко-дисперсных частиц: около 76 % составляют частицы размером менее 80 мкм, а около 24 % — частицы размером менее 10 мкм. При скорости ветра свыше 5,4 м/с эти частицы легко переходят во взвешенное состояние и переносятся воздушными потоками в виде пыли. Находясь во взвешенном состоянии, пыль оказывает неблагоприятное воздействие на здоровье населения и животных, прежде всего на органы дыхания, а также способствует ухудшению качества атмосферного воздуха⁴.

Биогеохимические карты — схемы пространственного распределения элементов на территории предприятия «Эрдэнэтин-Овоо» — являются подтверждением вышесказанному. Содержания элементов (Cs, Tb, Ta, Th) объясняются природными факторами, причем содержания Ta, Th могут объясняться геологическими факторами. Полученные данные могут быть использованы для разработки и реализации программы реабилитации урановых отходов в г. Эрдэнэт Монголии.

Заключение

Анализ состояния радиоактивных хвостохранилищ — уранового наследия советского периода в странах Центральной Азии и Монголии — показывает идентичность формирования значительного количества радиоактивного хвостового материала. В связи с тем, что места добычи и переработки урана в этих странах Центральной Азии размещены в гористой местности над долиной трансграничной реки Сырдарья, проходящей по их территории, загрязнение радионуклидами от такого наследия имеет тенденцию к широкому распространению. В процессе пыления хвостохранилища в атмосферу поступает большое количество твердых частиц, негативно влияющих на здоровье населения, а также на окружающую среду.

Таким образом, в целях обеспечения радиационной безопасности в странах Центральной Азии и Монголии необходимо принять комплекс неотложных мер, включающих:

- системный радиологический контроль по всей территории горнодобывающих предприятий;
- установление конкретных источников радиационного воздействия;
- разработка и реализация программы реабилитации урановых отходов.

Считаем целесообразным обеспечение единого подхода указанных стран Центральной Азии и Монголии к решению существующих проблем по реабили-

⁴ Бямбасурэн Б. Геоэкологические проблемы хвостохранилищ месторождения Эрдэнэт и их проявление в биогеохимических полях (Монголия) : магистерская дис. Томск, 2019. 126 с.

литации территорий, подвергшихся радиационному воздействию, усиления координации и взаимодействия в данном направлении по реализации крупных национальных и международных проектов с участием международных организаций.

Рекомендации:

По Таджикистану. В дальнейшем разработать и реализовать проекты по безопасному управлению урановым наследием Северного Таджикистана:

– закрыть поверхности Дигмайского хвостохранилища местным грунтом из прилегающих холмов;

– передислоцировать хвосты из Адрасманского хвостохранилища в безопасное место или усилить дамбу и построить водоотводной канал;

– провести рекультивационные работы на поверхности хвостохранилища цеха № 3 гидрометаллургического завода г. Истиклола.

По Кыргызстану. Рассмотреть возможность приведения в безопасное состояние пяти наиболее крупных хвостохранилищ — 3 в поселке Сумсар, 2 в поселке Кан и горных отвалов в Тоо-Моюн и в поселке Кызыл-Жар.

По Монголии. Разработать и реализовать стратегию мероприятий по рекультивации радиоактивных хвостохранилищ уранового производства на период 2026–2030 гг.

Список литературы

- [1] Сырьевая база атомной промышленности. События, люди, достижения / под общ. ред. Н.П. Петрухина ; авт.-сост. Ю.В. Нестеров, Н.П. Петрухин. Москва : Атомредметзолото, 2015. 286 с.
- [2] Ren M. Uranium of Mongolia // *Economic Geology*. 2007. Vol. 102. No. 2. P. 335. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.102.2.335>
- [3] Мирсаидов И., Назаров Х.М., Саломов Дж.А. Радиоактивные хвостохранилища Таджикистана: проблемы и решения. Душанбе : ООО «Аршан», 2022. 206 с.
- [4] Дженбаев Б.М., Калдыбаев Б.К., Жолболдиев Б.Т. Проблемы радиоэкологии и радиационной безопасности бывших урановых производств в Кыргызстане // *Радиационная биология. Радиоэкология*. 2013. Т. 53. № 4. С. 428–431. <https://doi.org/10.7868/S0869803113040061> EDN: QYNKLF
- [5] Ветров В.И., Кротков В.В., Куниченко В.В. Создание предприятий по добыче и переработке урановых руд // *Создание первой советской ядерной бомбы*. Москва : Энергоиздат, 1995. С. 170–198.
- [6] Крышев И.И., Рязанцев Е.П. Экологическая безопасность ядерно-энергетического комплекса России. Москва : ИздАТ, 2000. 382 с.
- [7] Мирсаидзода И., Ахмедов М.З., Баротов Б.Б., Назаров Х.М., Хамидов Ф.А. Радиоэкологическая ситуация в Республики Таджикистан. Душанбе : Дониш, 2021. 114 с.
- [8] Назаров Х.М., Эрматов К.А., Саломов Д.А., Бахронов С.М., Мирсаидов У.М. Оценка потенциальной радиационной опасности бывших урановых объектов для населения г. Истиклол Республики Таджикистан // *Радиационная гигиена*. 2018. Т. 11. № 2. С. 83–90. <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2018-11-2-83-90> EDN: OYVYFL

- [9] Назаров Х.М., Эрматов К.А., Бахронов С.М., Мухамедова С.Г., Мирсаидов У.М. Оценка потенциальной радиационной опасности хвостохранилища Дигмай (Таджикистан) для населения, проживающего вокруг него // Радиационная гигиена. 2019. Т. 12. № 1. С. 115–121. <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2019-12-1-115-121> EDN: ZDWZXX
- [10] Хакимова Н.У., Зоитова М.А. Урановые хвостохранилища г. Истиклола: история, проблемы, решения // Радиационная гигиена. 2023. Т. 16, № 2. С. 102–113. <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2023-16-2-102-113> EDN: QELGQR
- [11] Жолболдиев Б.Т. Радиоэкологическая оценка загрязнения территории бывшего уранового производства Каджи-Сай : дис. ... канд. биол. наук. Бишкек, 2016. 111 с.
- [12] Жумалиев Т.Н. Экология почвенного покрова урановой природно-техногенной провинции Мин-Куш : дис. ... канд. биол. наук. Бишкек, 2023. 148 с.
- [13] Жолболдиев Б.Т. Современная радиационная обстановка на участке Каджи-Сай — Ак-Терек Иссык-Кульской области // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2016. № 1. С. 111–113. EDN: VRGAGJ
- [14] Хусаинов А.Т., Софронова Л.И. Влияние урановых хвостохранилищ Степногорского гидрометаллургического завода на загрязнение поверхностных и подземных вод // Вестник науки КазАТУ им. С. Сейфуллина. 2011. № 4 (71). С. 44–50.
- [15] Erkhembayar Ts., Yasuda N., Muhammad Q., Nizam R., Khosbayar E., Chimedtsogzol N., Erdenegerel Ch. Radioactive background in some uranium deposits of Mongolia // The International Journal of Engineering and Science. 2023. Vol. 12. No. 12. P. 29–38. <https://doi.org/10.9790/1813-12122839>
- [16] Прохоренко В.А., Худайбергенова Э.М., Жолболдиев Б.Т., Узбеков Б.А. Изотопный состав почвенного покрова ураново-природно-техногенной провинции Каджи-Сай // Известия Национальной академии наук Кыргызстана. 2015. № 3. С. 26–29. EDN: ХСРТМХ

Сведения об авторах:

Мирсаидов Улмас, доктор химических наук, профессор, академик НАН Таджикистана, главный научный сотрудник Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН Таджикистана, Таджикистан, 734025, г. Душанбе, пр. Рудавки, д. 33. ORCID: 0009-0003-8023-8771. E-mail: ulmas2005@mail.ru

Назаров Холмурод Марипович, доктор технических наук, профессор, заместитель директора Филиала Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН Таджикистана в Согдийской области, Таджикистан, 735730, г. Бустон, ул. Б. Гафуров, д. 1а. ORCID: 0009-0001-5844-6166. eLIBRARY SPIN-код: 7176-2070. E-mail: holmurod18@mail.ru

Цэрэн Даваадорж, кандидат физико-математических наук по ядерной физике, член Совета по радиационной безопасности Комиссии по атомной энергии Монголии, Лаборатория радиационной биофизики, Институт физики и технологий Монгольской академии наук, Монголия, 17032, г. Улан-Батор, Хан-Уульский район, ул. Хороо Уйдверчдин, д. 2. ORCID: 0009-0004-0544-4708. E-mail: tseren_davaadorj@yahoo.de

Чимэдбазарын Жаргал, кандидат физико-математических наук, ядерная физика, ядерная инженерия, ядерный топливный цикл и нераспространение, член Совета ученых Комиссии по ядерной энергии Монголии, Монголия, 17032, г. Улан-Батор, Хан-Уульский район, ул. Хороо Уйдверчдин, д. 2. ORCID: 0009-0002-5467-1072. E-mail: jargal.chimedbazaryn@gmail.com