

## Урановые хвостохранилища г. Истиклола: история, проблемы, решения

Н.У. Хакимова, М.А. Зоитова

Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности  
Национальной академии наук Таджикистана, Душанбе, Республика Таджикистан

*В статье дается обзор проблем, связанных с урановыми хвостохранилищами г. Истиклола. Многие объекты уранового наследия в Средней Азии до развала СССР не успели законсервировать, в том числе и урановые хвостохранилища г. Истиклола. Комплекс захоронений состоит из карьера, отвалов Фабрики бедных руд, незаконсервированной открытой шахты, разрушенных производственных зданий и 4 хвостохранилищ, содержащих 12 млн тонн отходов уранового производства. Мощность ambientной дозы гамма-излучения в районе хвостохранилищ составляет 0,5–0,6 мкЗв/ч, а в отдельных точках достигает 3,0–4,0 мкЗв/ч. Среднегодовая эмиссия радона с поверхности оценивается в  $3,9 \times 10^{11}$  Бк/год. К загрязненным территориям также относятся ручей Сарым-Сахлы Сай, шахтные, промышленные и карьерные воды, которые характеризуются повышенным содержанием  $^{234}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$  и  $^{226}\text{Ra}$ . Объекты не имеют физических ограждений, что дает свободный доступ для населения и животных. Природные катаклизмы, такие как сели, оползни, землетрясения, могут привести к экологической катастрофе. Внимание уделено путям решения данных проблем: мониторингу радионуклидов в воде, почве, воздухе; работе с населением по его информированию и привлечению к реабилитационным работам; поиску инвесторов. Для минимизации радиационного воздействия на окружающую среду разработана и утверждена Правительством Республики Таджикистан «Программа реализации Национальной концепции по реабилитации хвостохранилищ отходов переработки урановых руд на 2016–2024 годы». Для воплощения данной Программы нужны значительные финансовые вложения и обученный в области радиационной безопасности персонал. Только совместными усилиями государства, населения и международных организаций возможно проведение запланированных реабилитационных работ в полном объеме. Также одной из основных причин получения ненужного переоблучения населением являлась его неинформированность о вреде использования загрязненных радионуклидами воды, почвы, строительного материала. Поэтому культуру радиационной безопасности нужно прививать, начиная со школы, рассказывая о радиации и возможных путях облучения. Тогда случаев поступления радионуклидов в организм, которого можно было избежать, и радиофобии среди населения, живущего рядом с добычей и переработкой урановой руды, будет гораздо меньше. В статье также затронуты некоторые социальные и экономические аспекты решения обозначенных проблем.*

**Ключевые слова:** урановые хвостохранилища, радиоэкологические проблемы, рекультивация, Истиклол, информированность населения, радиационная безопасность.

### Введение

В конце 1940-х гг. на территории Средней Азии, в том числе Северного Таджикистана в Согдийской области шла усиленная добыча и переработка урановой руды для развития атомной отрасли СССР. Это привело к образованию большого количества радиоактивных отходов. Многие объекты уранового наследия в Средней Азии до крушения СССР не успели реабилитировать, что приводит к загрязнению окружающей среды и поступлению радионуклидов в организм людей и животных, живущих на прилегающих территориях. Одна из актуальных проблем – радиоэкологическая обстановка на урановых хвостохранилищах, расположенных вокруг г. Истиклола. Эти хвостохранилища расположены в межгорной долине

в условиях высокогорья, активного проявления экзогенных физико-геологических процессов и высокой сейсмичности. Часть хвостохранилищ и отвалов расположена в непосредственной близости от ручья Сарым-Сахлы Сай и в пределах населенных пунктов, что в совокупности с опасностью схода лавин, селей, оползней и землетрясений может привести к экологической катастрофе.

### История

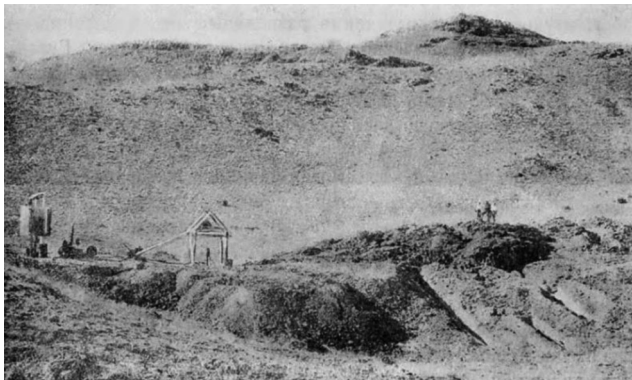
Город Истиклол (до 2012 г. – Табошар) с населением более 20 000 человек расположен на севере Таджикистана в Согдийской области всего в 0,5–4,0 км от мест расположения хранилищ. Табошарское урановое месторождение, расположенное на южных склонах

**Хакимова Нодира Умаровна**

Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности

Адрес для переписки: 734025, Таджикистан, г. Душанбе, проспект Рудаки, 33; E-mail: nodirataj@mail.ru

Кураминского хребта, считавшееся одним из крупнейших на территории стран бывшего СССР, было открыто в 1925 г. геологом С.Ф. Машковцевым. С 1926 г. здесь начала работать первая геологоразведочная партия под руководством Б.Н. Наследова, и уже в 1927 г. геологом этой партии И.П. Новохатским была обнаружена крупная урановая жила «Ведущая» (рис. 1).



**Рис. 1.** Разведочные работы на «Ведущей» жиле Табошарского месторождения. Автор: Щербаков Д.И., 1933 г.  
**[Fig. 1.]** Exploration work on the «Leading» vein of the Taboshar field. Author: Shcherbakov D.I., 1933]

В период открытия месторождения были обнаружены только руды окисленной зоны. Руды более глубокого залегания, содержащие урановую чернь, были обнаружены лишь в 1937 г. [1, 2].

Еще в 1930–1931 гг. Гиредмет проводил исследования по извлечению радия из руд Табошарского месторождения. В 1934 г. на опытной химической установке в Табошаре под руководством профессора И.Я. Башилова велись исследования по технологии переработки этих руд и получения радия [3]. К 1935 г. были построены небольшой поселок, рудник и гидрометаллургический цех. В 1937 г. Табошар принимает статус поселка городского типа, который до распада Советского Союза был закрытым и значился как «Ленинабад-31». В 1941 г. в поселок Табошар был эвакуирован завод «В» Главного управления редких металлов Наркомцветмета, в составе которого были гидрометаллургический цех (завод № 4) и Одесский филиал Гиредмета для производства солей висмута, стронция и светящихся составов [4].

Когда руководству страны в конце 1942 г. стало известно о ведущихся в Германии, Великобритании и США работах по использованию энергии деления урана в военных целях, было принято решение организовать в СССР добычу урановой руды. 8 декабря 1944 г. ГКО принял решение о создании в Средней Азии крупного уранодобывающего предприятия на базе месторождений Таджикистана, Киргизии и Узбекистана и передаче руководства этими работами из Наркомцветмета в НКВД. Постановлением ГКО от 15 мая 1945 г. № 8582 сс/ов в системе НКВД СССР был организован первенец сырьевой отрасли атомной промышленности Советского Союза – Комбинат № 6, который располагался в г. Чкаловске Таджикской ССР (ныне г. Бустон) (с 1976 г. Ленинабадский горно-химический комбинат, с 1990 г. ГП «Востокредмет», с 2016 г. ГУП «Тадждредмет»). Он был создан на базе за-

вода «В» Главредмета, Табошарского, Адрасманского, Майлисуйского, Уйгурсайского и Тьюмюнского рудников для добычи и переработки урановых руд до закиси-оксида урана. Для создания советской атомной бомбы здесь велась активная добыча и переработка урановой руды с 1944 по 1965 г. Добыча урановых руд велась открытым и шахтным способами.

На базе Табошарского цеха был организован опытный завод № 3, который перерабатывал руду Табошарского, Адрасманского, Майлисуйского (Кыргызстан), Уйгурского (Узбекистан) месторождений с выпуском 40% уранового концентрата и производил доводку своих урановых концентратов и концентратов завода № 4 до технической закиси-оксида. К концу 1945 г. мощность переработки руды на заводе № 3 составляла 40 т в сутки, а на заводе № 4 – 25 т в сутки [5–7]. Реконструкция заводов позволила к концу 1946 г. увеличить производственную мощность до 50–60 тонн в сутки на заводе №4 и до 60–70 тонн в сутки на заводе №3 [6]. Кроме того, на эти заводы привозили обогащенные концентраты из Германии, Чехословакии, Эстонии и других стран. Никаких мер радиационной защиты тогда не предпринималось. На тот момент еще не были определены допустимые дозы облучения; только с середины 1950-х гг. начались интенсивные работы по разработке комплекса противопылевых и противорадионных мероприятий [2, 3].

В течение 1945–1949 гг. в Табошаре было построено два гидрометаллургических завода и два предприятия по добыче и переработке урановых руд. Хвостохранилища располагались непосредственно рядом с заводами, занимая обширную территорию общей площадью более 400 га.

К концу 1980-х гг., по мере отработки залежей урановых руд, производство продукции сократилось. Планировалось все хвостохранилища рекультивировать, но из-за распада СССР и начала в Таджикистане в 1992 г. гражданской войны они так и остались опасным наследием развития атомной промышленности.

Государственное управление урановой промышленностью в бывшем СССР было централизованным, оно принадлежало Министерству среднего машиностроения СССР, в состав которого входил и регулирующий орган в области радиационной безопасности. Регуляторные стандарты по радиационной безопасности, применявшиеся на тот момент, были сопоставимы с европейскими и американскими стандартами, существовавшими на период 1960-х и 1970-х гг. [8]. Но часто требования норм радиационной безопасности, к сожалению, скрывались или не выполнялись, поскольку первостепенное значение уделялось задаче повышения производительности добычи урана. Вопросам охраны окружающей среды также не уделялось должного внимания.

### Описание хвостохранилищ

Комплекс захоронений состоит из карьера, отвалов Фабрики бедных руд (ФБР), незаконсервированной открытой шахты, разрушенных производственных зданий и 4 хвостохранилищ: хвостохранилища I–II, хвостохранилища III, хвостохранилища IV очередей и хвостохранилища в производственном цехе № 3 (рис. 2), содержащих почти 55 млн тонн отходов, из которых около 12 млн тонн составляют отходы уранового производства.

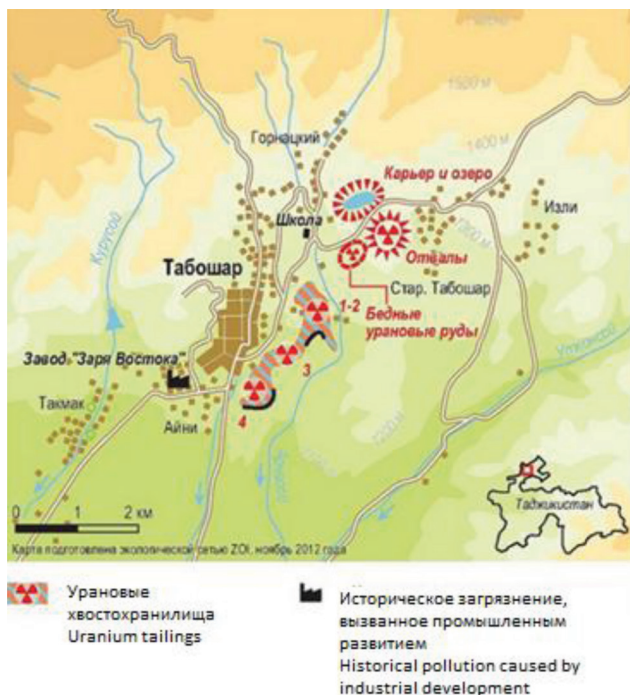


Рис. 2. Урановые хвостохранилища  
[Fig. 2. Uranium tailings]

Все эти хвостохранилища размещены в южных отрогах гор Карамазар, представляющих оконечность Кураминского хребта (юго-западный Тянь-Шань). Общая площадь 4 хвостохранилищ и отвалов ФБР составляет 63 га.

Мощность амбиентной дозы гамма-излучения (МАД ГИ) в районе хвостохранилищ составляет 0,5–0,6 мкЗв/ч, а в отдельных точках достигает 3,0–4,0 мкЗв/ч. Среднегодовая эмиссия радона с поверхности оценивается в  $3,9 \times 10^{11}$  Бк/год [9].

Все хвосты, за исключением отвалов ФБР, относятся к категории законсервированных. К загрязненным территориям также относятся ручей Сарым-Сахлы Сай, шахтные, промышленные и карьерные воды.

Так называемое Кислотное озеро – это карьер (рис. 3), образовавшийся во время добычи руды откры-



Рис. 3. Карьер, или Кислотное озеро  
[Fig. 3. Quarry or "Acid Lake"]

тым способом. Диаметр карьера 1000 м, глубина 120 м. Он наполовину заполнен водой, образуя Кислотное озеро с содержанием урана 3–5 мг/л [10]. Вокруг карьера сосредоточены отвалы пустой и забалансовой руды. Карьер до 2011 г. не имел физического ограждения, поэтому население имело к нему свободный доступ.

Хвостохранилище I–II очереди (1945–1959 гг.) расположено в 2 км от Истиклола. Хвосты общей массой 2,8 млн тонн расположены на площади 25 га. Поверхность покрыта слоем нейтрального грунта. МАД ГИ на его поверхности составляет до 1,0 мкЗв/ч, а на расстоянии 1,0–1,5 км от его центра за счет вытекания дренажных вод – 1,0–1,5 мкЗв/ч. Среднее содержание урана в хвостохранилище составляет 0,009–0,025%, в растениях на хвостохранилище и вблизи его – 0,004–0,005%, в почве на расстоянии 1,0–1,5 км – 0,004–0,005%. Вода вытекает из-под хвостохранилища с содержанием урана 40–60 мг/л. Не имеет физического барьера.

Хвостохранилище III очереди (1947–1963 гг.) общей площадью 11,1 га расположено в 0,5 км от Истиклола и содержит 2 млн тонн хвостов. Поверхность покрыта слоем нейтрального грунта. МАД ГИ на его поверхности составляет до 0,4–0,8 мкЗв/ч, а на расстоянии 1,0–1,5 км от его центра – 0,2–0,4 мкЗв/ч. Среднее содержание урана в хвостохранилище составляет 0,01–0,015%, в растениях на хвостохранилище и вблизи него – 0,004–0,005%. Не имеет физического барьера.

Хвостохранилище IV очереди (1969–1975 гг.) площадью 18,7 га расположено в 1 км от Истиклола и содержит 7 млн тонн хвостов. Поверхность покрыта слоем нейтрального грунта. МАД ГИ на его поверхности составляет до 0,4–0,7 мкЗв/ч, а на расстоянии 1,0–1,5 км от его центра – 0,2–0,4 мкЗв/ч. Среднее содержание урана в хвостохранилище составляет 0,01–0,015%, в растениях на хвостохранилище и вблизи него – 0,004–0,005%. В непосредственной близости от хвостохранилища находился цех кучного выщелачивания, от которого в настоящее время остались ветхие железобетонные конструкции.

Хвостохранилище гидрометаллургического завода (ГМЗ), содержащее 1,17 млн тонн отходов, расположено в 3 км выше по течению ручья от центра г. Истиклола. Поверхность покрыта слоем нейтрального грунта. МАД ГИ на его поверхности составляет до 0,4–0,7 мкЗв/ч, а на расстоянии 1,0–1,5 км от его центра – 0,2–0,4 мкЗв/ч. Среднее содержание урана в хвостохранилище составляет 0,01–0,015%, в растениях на хвостохранилище и вблизи него – 0,004–0,005%. В его окрестностях также сосредоточены отвалы пустой породы и забалансовых руд, образовавшихся в процессе эксплуатации карьера. МАД ГИ в окружении отвалов составляет 0,4–0,6 мкЗв/ч, а в отдельных точках достигает 3,0–4,0 мкЗв/ч [10–14].

Хотя мощность покрытий хвостохранилищ нейтральным грунтом в соответствии с паспортами объектов составляла 0,7–1,0 м, со временем реальная толщина покрытия, отмеченная экспертами МАГАТЭ в 2006 г., составляет не более 0,5 м, а на некоторых участках – всего 0,2–0,3 м. Такое покрытие фактически не является препятствием для доступа кислорода и проникновения атмосферных осадков в тело хвостохранилища, оно также повсеместно разрушается роющими животными, которые выносят материал хвостов на поверхность, что приводит к увеличению площади участков интенсивного

радоновыделения из тела хвостохранилищ. На участках с разрушенным покрытием наблюдаются высокие потоки радона, достигающие 3–9 Бк/м<sup>2</sup>·с [11].

Отвалы Фабрики бедных руд расположены в 4 км от центра г. Истиклола. Они предназначались для возможной вторичной переработки. Хранилище ФБР – конусообразный незаконсервированный холм из перемолотого светло-желтого материала после экстракции урана, высотой 67 м, площадью 7,9 га и объемом накопленного материала 1128,5 тыс. м<sup>3</sup>, который на протяжении всего периода существования подвергается ветровой и водной эрозии (рис. 4). МАД ГИ на поверхности отвала составляет 1,0–4,0 мкЗв/ч. Содержание урана в растениях на хвостохранилище и вблизи него составляет 0,004–0,005%. В местах, где накапливался смытый материал с поверхности отвала в результате эрозии, МАД ГИ составляла 2,2–2,7 мкЗв/ч и выше. Содержание урана в почве на расстоянии 1,0–1,5 км составляет 0,005% [10–13, 15].



Рис. 4. Отвалы Фабрики бедных руд  
[Fig. 4. Dumps of the “Poor ores factory”]



Особой проблемой комплекса захоронений в Истиклоле является отвод остаточных кислотных растворов, выклинивающихся в виде родников из-под захоронений. Так, на хвостохранилище I–II очередей обнаружены родники с повышенным содержанием сульфат-иона ( $\text{SO}_4^{2-}$  – 9200–9600 мг/л) и гидрокарбонатов ( $\text{HCO}_3^-$  – 1800 мг/л), а также растворенного урана и других радионуклидов ряда <sup>238</sup>U.

В процессе испарения на берегах ручьев образуются кристаллы с желтой каймой, как на рисунке 5, представляющие собой сульфатные комплексы концентрированного урана с удельной активностью до 12–15 кБк/кг [11, 16].

#### Проблемы хвостохранилищ

В воде, выклинивающейся из-под бывших шахт, наблюдается высокое содержание урана. Анализ данных показывает, что воды района Истиклола характеризуются повышенным содержанием <sup>234</sup>U, <sup>238</sup>U и <sup>226</sup>Ra [11]. Во время дождей образующиеся временные ручьи несут зараженную воду с открытой поверхности отвалов ФБР, которая стекает в Сарым-Сахлы Сай. Следы материала из хвостохранилища были отмечены на расстоянии нескольких километров по долине сая. Поэтому вода в несанкционированных источниках содержит не только тяжелые металлы, но и радионуклиды.

Одной из главных проблем после распада СССР и гражданской войны 1992–1997 гг. была нехватка питьевой воды. Не имея доступа к качественной питьевой воде, население было вынуждено использовать неорганизованные источники воды (дренажи, арыки, каналы, пруды) (рис. 6) с суммарной альфа-активностью порядка 1 Бк/л, т.е. превышающей установленный норматив для питьевой воды в 10 раз [11, 12]. Такая вода использовалась не только для орошения садов и водопоя скота, но и для питья.

Природные катаклизмы усугубляют загрязнение окружающей среды. Проходившие в 1998–2000 гг. сели смыли значительную часть материала одного из хвостохранилищ в долину ручья Сарым-Сахлы Сай, впадающего, в свою очередь, в трансграничную с Узбекистаном реку Сыр-Дарью. Выделенные правительством Таджикистана и Организацией по безопасности и сотрудничеству в Европе (ОБСЕ) средства были направлены на ликвида-



Рис. 5. Кристаллы уранила  
[Fig. 5. Uranyl crystals]



**Рис. 6.** Использование воды населением из несанкционированных источников  
[Fig. 6. Public use of water from unauthorized sources]

цию последствий схода селя в Истиклоле. При участии сотрудников Комитета по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне (КЧС и ГО), Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности Национальной академии наук Таджикистана (АХБРЯБ НАНТ) и местного населения была проведена очистка и восстановление селеловушки, а также перекрыта оголенная часть «языка» хвостохранилища. Но сделанного все же недостаточно, так как большая часть хвостового материала цеха № 3 была вынесена на значительные расстояния вниз по течению долин Сарым-Сахлы Сай и Уткем-Су. Материал хвостохранилища еще не собран и не захоронен [17]. Образовавшиеся отложения из материала хвостохранилища, как оказалось, использовались местными жителями в качестве строительного материала и площадок для посева сельскохозяйственных культур. При гамма-съемке жилого массива Табшар в 2001 г. ГП «Востокредмет» (ныне ГУП «Таджредмет») были выявлены участки с уровнем МАД ГИ до 1,44 мкЗв/ч при средних значениях 0,48 мкЗв/ч, что, очевидно, связано с использованием отвального (частично рудного) материала при строительстве, отсыпке и планировке городских улиц [18].

Карьер также не реабилитирован после эксплуатации. Он наполовину заполнен шахтной водой и не имеет физического барьера. Склоны карьера крутые. В случае землетрясения ожидается оползень на склонах и обрушение подземных выработок.

Воды карьера, дренажи хвостохранилища I–II очереди содержат уран, марганец, свинец и железо [9], что исключает возможность их использования для питьевого водоснабжения. Эти воды негативно воздействуют на окружающую среду региона в целом. Мониторинг воды карьера на содержание изотопов  $^{210}\text{Po}$  и  $^{210}\text{Pb}$  и их накопление в организме рыб, обитающих в нем и употребляемых местным населением в пищу, показал, что уровень изотопа  $^{210}\text{Po}$  в печени, в частности, карасей сравнительно высокий [19].

Так как карьер и хвостохранилища не имели физических барьеров, знаков, предупреждающих о радиационной

опасности, через них были проложены несанкционированные дороги (рис. 7), на их поверхности выпасался домашний скот (рис. 8), а к северо-западной части одного из хвостохранилищ примыкает частный жилой массив (рис. 9). Здания заводов разбирались населением для использования в качестве строительного материала, дерево шло на дрова для приготовления пищи и обогрева, металл – на металлолом. Поверхность 4 хвостохранилищ, покрытая тонким защитным слоем, разрушалась под воздействием ветровой и водной эрозии, а также роющих животных, что увеличивало эмиссию радона из тела хвостохранилищ.

Поскольку до 2005 г. население практически не имело информации об опасности использования загрязненных радионуклидами воды, почвы, разрушенного здания гидрометаллургического комбината для строительства домов, а также выпаса скота на территориях хвостохранилищ, оно подвергалось ненужному дополнительному облучению.



**Рис. 7.** Несанкционированные дороги на территории хвостохранилищ  
[Fig. 7. Unauthorized roads on the tailings territory]



**Рис. 8.** Выпас скота на загрязненных территориях  
[Fig. 8. Livestock grazing in contaminated areas]



Рис. 9. Расположение жилого сектора вблизи опасных участков [Fig. 9. Location of the residential sector near hazardous areas]

### Меры, принимаемые для улучшения радиологической обстановки в Истиклоле

Первой международной организацией, затронувшей вопросы решения проблем отходов добычи и переработки урана в Узбекистане, Кыргызстане, Таджикистане, России и Украине, стала Европейская комиссия (ЕК) в рамках проекта программы ТАСИС (программа технической поддержки стран СНГ «Technical Assistance to the Commonwealth of Independent States») «Атомная безопасность» в 1995 г.

Внимание к радиологической обстановке в Истиклоле и другим объектам, находящимся в Согдийской области Таджикистана, стало привлекаться после создания в 2003 г. Агентства по ядерной и радиационной безопасности Национальной академии наук Таджикистана (с 05.10.2021 г. – Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАНТ). Вопросы о необходимости проведения реабилитационных работ были подняты на международный уровень. Правительство Республики Таджикистан и руководство соседних стран призвали международные организации оказать помощь в решении проблем, связанных с реабилитацией урановых хвостохранилищ.

Для проведения реабилитационных работ на бывших объектах переработки урановых руд в Северном Таджикистане необходимо было предварительно подготовить нормативно-правовую базу, гармонизированную с требованиями МАГАТЭ, а также провести исследования этих объектов. На сегодняшний момент нормативно-правовая база разработана. Исследовательские работы были выполнены АХБРЯБ НАНТ в 2005–2008 гг. в рамках Регионального проекта технического сотрудничества МАГАТЭ RER/9/086 «Безопасное управление отходами добычи и переработки урановых руд в странах Центральной Азии» (2005–2008 гг.), программы Назвития Организации Объединенных Наций (ПРООН) при поддержке ЕК, ОБСЕ, Всемирного банка (ВБ), Европейского банка реконструкции и развития (ЕБРР) и Североатлантического альянса (НАТО), а также в рамках национальных проектов, финансируемых из бюджета Республики Таджикистан: TAD/9/002 «Применение международных стандартов по безопасности в управлении отходами» (2005–2006 гг.), «Установление радиационного мониторинга в урановых

хвостохранилищах в Северном Таджикистане» (2007–2008 гг.) и «Радиологический мониторинг хвостохранилищ радиоактивных отходов (работы были проведены ГУП «Тадредметаллы» в 2009–2014 гг.). По результатам оценки рисков Истиклолу (Табошару) была присвоена самая высокая приоритетность [20].

Для оценки радиационной опасности хвостохранилищ для населения сотрудниками АХБРЯБ НАВНТ и его филиала в Согдийской области ведутся работы по мониторингу содержания радона в воздухе на территориях хвостохранилищ и в жилом массиве г. Истиклола, а также содержания радионуклидов в почве и воде [15, 21]. Хотя, по данным исследования, содержание радона в воздухе над поверхностью хвостохранилищ является невысоким, эксгаляция радона с поверхности почвы всех обследованных хвостохранилищ значительно превышает норматив<sup>1</sup>, составляя около 1 Бк/(м<sup>2</sup>·с). Результаты измерений объемной активности (ОА) радона в воздухе жилых зданий и других объектов г. Истиклола показали, что значение средней ОА радона находится в пределах 44–195 Бк/м<sup>3</sup>, что не превышает установленного норматива. Высокое значение ОА радона отмечается на бывшем полуразрушенном заводе (1319 Бк/м<sup>3</sup>).

Для минимизации радиационного воздействия на население и окружающую среду путем проведения реабилитационных работ на загрязненных территориях и хвостохранилищах и создания физической защиты радиационно опасных объектов с учетом передового международного опыта, была разработана «Национальная Концепция Республики Таджикистан по реабилитации хвостохранилищ отходов переработки урановых руд на 2014–2024 гг.» (далее – Национальная концепция), утверждена постановлением Правительства Республики Таджикистан от 01.08.2014 г. № 505. Также Правительством РТ была утверждена «Программа реализации Национальной концепции Республики Таджикистан по реабилитации хвостохранилищ отходов переработки урановых руд на 2016–2024 годы» (далее – Программа) от 27 июля 2016 г. № 329.

В данной Программе реабилитационно-восстановительные работы по захоронению отходов ФБР в Истиклоле (Табошар) отмечены в качестве приоритета №1 [20]. В ней четко определены роли и обязанности исполнителей данной Программы:

- координатор – Межведомственный совет по обеспечению радиационной безопасности при Правительстве Республики Таджикистан;
- регулятор – Агентство по ХБРЯБ НАНТ;
- оператор – Министерство промышленности и новых технологий Республики Таджикистан, Государственное унитарное предприятие «Таджикские редкие металлы»;
- институциональный контроль на объектах уранового наследия осуществляется совместно оператором и регулятором на всех этапах (планирование, проектирование, выполнение работ, постреабилитационный период).

Все реабилитационные работы на хвостохранилищах планируется проводить в основном с участием местного

<sup>1</sup> Нормы радиационной безопасности (НРБ-06 СП 2.6.1.001-06): зарег. 16.01.2007 г. Душанбе: Минюст Республики Таджикистан, 2007. 172 с. [Radiation Safety Norms (NRB-06 SR 2.3.1.001-06): regist. 16.01.07. Dushanbe: Ministry of Justice of Republic of Tajikistan, 2007, 172 p. (In Russ.).]

населения, которое пройдет предварительное обучение в области радиационной безопасности. Конечной целью принятой Программы является улучшение здоровья населения и состояния окружающей среды в районах размещения хвостохранилищ, а также создание условий устойчивого развития этих районов.

Для привлечения отечественных и иностранных инвестиций в реабилитационные работы согласно Национальной концепции создаются льготные условия в виде снижения налогов на инвестиции, разрешения на беспрошленный ввоз специальных машин и оборудования.

Несмотря на ожидаемую значительную помощь международных организаций в решении проблем уранового наследия в Республике Таджикистан, именно государство является ответственным за выявление и оценку состояния, техническое обслуживание инженерных сооружений, контроль безопасности и управление объектами уранового наследия. Комиссия государств-участников Содружества Независимых Государств (СНГ) по мирному использованию атомной энергии приняла Межгосударственную целевую программу «Рекультивация территорий государств, затронутых добычей урана» на 2013–2023 гг. Основную часть финансирования программы взяла на себя Россия – 75%, остальные 25% поделили между собой Казахстан (15%), Таджикистан (5%) и Кыргызстан (5%). Программа включает рекультивацию отвалов ФБР и нескольких хвостохранилищ в Истиклоле (Табашар). На Табашарской промплощадке проведены комплексные инженерные изыскания, уточнены геологические и гидрологические условия площадки, проведена топографическая съемка. В рамках экологических изысканий проводились эманационные и гамма-съемки, отбор почвы и растительности; уже проведены изыскательские, проектно-изыскательские и экспертные работы [10]. Объявленный Госкорпорацией «Росатом» тендер на выполнение рекультивационных работ в Истиклоле выиграл Центральный проектно-технологический институт (АО «ЦПТИ», предприятие Топливной компании «ТВЭЛ» госкорпорации «Росатом»). Согласно контракту, до конца 2023 г. будет проведена рекультивация отвала ФБР промплощадки «Табашар» и хвостохранилищ I–IV очередей, а также организована система водоотведения [22].

#### **Участие местных органов власти, общественности, СМИ, НПО и международных организаций, работа по информированию населения и общественности**

Поднятые вопросы о влиянии хвостохранилищ на загрязнение воздуха, почвы и особенно воды для населения Истиклола привлекли внимание общественности, средств массовой информации, неправительственных и международных организаций.

Одной из критических проблем для населения Истиклола была нехватка питьевой воды. Решение проблемы водоснабжения города – это самое главное условие повышения качества жизни населения.

При поддержке исполнительного органа государственной власти Согдийской области восстановлен недействовавший водозабор, что позволило подать воду во все жилые массивы города. Кроме того, для решения этой проблемы и обеспечения водой махалли (части города

размером с квартал) «Старый Табашар» в 2015 г. проложен самотечный водовод (3,2 км); для обеспечения водой жителей махалли Мехнатобод (Такмак) методом хашара (совместный благотворительный труд) смонтирован и проложен еще один самотечный водовод (5,5 км). Благодаря проекту ЕБРР «Улучшение водоснабжения городов и районов Северного Таджикистана» была восстановлена система водоснабжения старой (верхней) части города, произведена реконструкция и капитальный ремонт насосной станции, что обеспечило питьевой водой около половины всего населения города. На сегодняшний день проблема водоснабжения Истиклола решена на 90% [23].

В Программе реализации «Национальной концепции Республики Таджикистан по реабилитации хвостохранилищ отходов переработки урановых руд на 2016–2024 годы» особое внимание уделяется связям с общественностью и ее информированию. Для избежания неадекватного восприятия рисков и радиофобии у местного населения и снижения социального напряжения данные мониторинга окружающей среды Истиклола, проводимые Агентством по ХБРЯБ НАНТ и сотрудниками ГУП «Таджредмет», а также результаты научно-исследовательских работ регулярно публикуются в открытой печати, журналах и сборниках конференций. В Агентстве по ХБРЯБ НАНТ и в его филиале в Согдийской области существуют отделы международных отношений и связей с общественностью, где население может получить консультацию и ответы на интересующие вопросы (сайт Агентства по ХБРЯБ НАНТ: <https://cbnrn.tj>).

В рамках реализации Программы с участием местной администрации, КЧС и ГО, «Молодежной группы по охране окружающей среды Согдийской области», Информационно-экологического «Орхус Центра» Согдийской области, ОО «Молодежного экологического центра» при поддержке ОБСЕ, ЮНЕП, ПРООН в Таджикистане и других организаций проводятся информационно-образовательные тренинги, круглые столы, лекции по вопросам радиационной безопасности, санитарии и личной гигиены и даются рекомендации по питанию и водопользованию в зонах повышенного радиационного риска [24, 25].

В связи с предстоящими реабилитационными работами на загрязненных участках г. Истиклола сотрудниками Агентства по ХБРЯБ НАНТ и его филиала в Согдийской области при поддержке ОБСЕ в рамках проекта «Вовлечение заинтересованных сторон для восстановления объектов уранового наследия в Центральной Азии» проводятся учебные курсы для местных исполнительных органов государственной власти (рис. 10), медработников [26]. Подготовленные Агентством по ХБРЯБ НАНТ буклеты и брошюры по основам радиационной безопасности распространяются среди населения и школьников.

Санитарно-эпидемиологической службой Республики Таджикистан совместно со специалистами Федерального медико-биологического агентства России и Госкорпорации «Росатом» подготовлена Программа социально-гигиенического мониторинга воздействия объектов на здоровье населения. 2 ноября 2017 г. в Истиклоле состоялись общественные слушания по данной Программе. По результатам обсуждения получено общественное одобрение и подписан протокол [10].

Поскольку все хвостохранилища расположены в Согдийской области Таджикистана, здесь регулярно



Рис. 10. Учебный курс для пресс-секретарей исполнительных органов государственной власти Согдийской области по информированию населения по вопросам рекультивации радиоактивных отходов

[Fig. 10. Training course on informing the population on the issues of radioactive waste reclamation for press secretaries of the executive bodies of state power of the Sughd region]

проводятся встречи и круглые столы по обмену опытом в области водоотведения в аспекте радиационной безопасности с заинтересованными сторонами при поддержке Санитарно-эпидемиологической службы Согдийской области, НПО, регионального отделения Общества Красного Креста и Полумесяца Таджикистана и других международных организаций.

Работа по информированию и привитию культуры радиационной безопасности приносит свои плоды: население все с большим доверием относится к данным оценки состояния и проводимых мероприятий на площадках, оно заинтересовано и принимает активное участие в восстановительных и рекультивационных работах.

Так, население (волонтеры) принимало активное участие в строительстве частичного ограждения вокруг так называемого Кислотного озера (рис. 11), а также расчищало русло ручья Сарым-Сахлы Сай, помогало устанавливать знаки, предупреждающие о наличии поблизости опасных радиоактивных объектов (2011 г.) [25]. Работы проводились при поддержке ОБСЕ и областного штаба КЧС и ГО.



Рис. 11. Местное население помогает устанавливать ограждения вокруг Кислотного озера

[Fig. 11. The local population helps to put up fences around the "Acid Lake"]

Реализация Программы позволит повысить уровень радиоэкологической грамотности населения, обучить его правилам безопасного землепользования в районах расположения объектов уранового наследия, а также сформировать доверие к данным оценки их состояния и деятельности.

Связь с населением, информирование и регулярные меры технического надзора позволят снизить количество случаев использования материалов из хвостохранилищ, отвалов бедных руд, полуразрушенных зданий заводов по переработке урановой руды и металлолома для строительства и бытовых нужд.

Пока места захоронения не реабилитированы, риски для здоровья существуют. На сегодняшний день населению следует избегать посещения этих мест. Публикации данных экологического мониторинга в открытой печати помогают населению правильно оценить ситуацию.

### Заключение

Истиклол является одним из примеров городов бывших союзных республик Средней Азии, где сохраняются экологические проблемы, связанные с добычей урана. Те же радиоэкологические проблемы достались в наследство соседним республикам: Узбекистану, Кыргызстану и Казахстану. Возможно, если бы не развал Советского Союза, эти проблемы были бы уже решены.

Гражданская война и глубокий экономической кризис, неосведомленность населения о вреде использования загрязненных радионуклидами воды, почвы, строительного материала привели к ненужному его переоблучению. Поэтому очень важно, чтобы общественность и население были грамотными в отношении возможных радиационных угроз. Для этого культуру радиационной безопасности нужно прививать, начиная с младших классов, особенно в тех школах, которые расположены вблизи мест добычи, переработки урановой руды и отходов ее производства.

Воплощение Программы реализации «Национальной концепции Республики Таджикистан по реабилитации хвостохранилищ отходов переработки урановых руд на 2016–2024 годы» Правительством Республики Таджикистан совместно с международными организациями, местными органами власти,



населением, постоянный радиоэкологический мониторинг воды, воздуха, почвы и биоты снимут риск попадания радиоактивных веществ и тяжелых металлов в трансграничную речную систему и возникновения экологической катастрофы, улучшат радиационно-экологическую обстановку, что приведет к росту социально-экономического уровня жизни населения г. Истиклола. Все это поможет снять социальную напряженность и повысить доверие населения к ядерной энергетике.

#### **Сведения о личном вкладе авторов в работу над статьей**

Хакимова Н.У. – определение цели и задач исследования, оформление и написание статьи.

Зойтова М.А. – поиск и анализ литературных данных.

#### **Информация о конфликте интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### **Благодарности**

Выражаем благодарность директору Филиала АХБРЯБ НАНТ в Согдийской области д.т.н., профессору Назарову Х.М. за предоставленные данные по радиоэкологическому мониторингу хвостохранилищ, а также нашим анонимным рецензентам за полезные советы и замечания по статье.

#### **Сведения об источнике финансирования**

Публикация не имела финансовой поддержки.

#### **Литература**

- Щербиков Д.И. В поисках радия. М.; Л.: Госгеолыздат, 1941. 136 с.
- Нестеров Ю.В., Петрухин Н.П. Создание и развитие минерально-сырьевой базы отечественной атомной индустрии. М.: ООО «Атлант-С», 2017. 399 с.
- Ершова З.В. Мои встречи с академиком В.Г. Хлопиным (1924-1950 гг.) Академик В.Г. Хлопин: очерки, воспоминания современников. Л.: Наука, Ленинградское отделение, 1987. С. 85–121.
- Петрухин Н.П. История уранодобычи. К 75-летию атомной отрасли. М.: АО «Атомредметзолото», 2020. 437 с.
- Круглов А.К. Как создавалась атомная промышленность в СССР. М.: ЦНИИАтоминформ, 1995. 380 с.
- Фильцев Ю., Ларин В., Разыков З., и др. Пионеры секретного атома: 50 лет первенцу атомной промышленности СССР по добыче и переработке урана в Таджикистане 1945-1995 гг. Чкаловск, 1995. 68 с.
- Чирков Б.Н. Воспоминания первого директора комбината № 6 (ГП «Востокредмет»). М., 1967. 52 с.
- Саломов Дж.А. О сотрудничестве Республики Таджикистан с МАГАТЭ в области радиационной безопасности населения и окружающей среды // Бюллетень по атомной энергии ФГУП «ЦНИИАтоминформ». 2007. № 8. С. 49–52.
- Хакимов Н., Назаров Х.М., Мирсаидов И.У. Физико-химические и технологические основы получения урановых концентратов из отходов гидрометаллургических заводов и технических вод. Душанбе: Дониш, 2012. С. 35–43.
- Мирсаидзода И., Назаров Х.М., Саломов Дж.А. Радиоактивные хвостохранилища Таджикистана: проблемы и решения. Душанбе: ООО «Аршам», 2022. 206 с.
- Безопасное управление отходами добычи и переработки урановых руд в странах Центральной Азии. Результаты Регионального проекта технического сотрудничества RER/9/086 (2005-2008 гг.). Предварительный отчет. Вена: МАГАТЭ, 2008. 164 с.
- Мирсаидов У., Хакимов Н., Назаров Х.М. Ядерное наследие Советского Союза в Таджикистане: Проблемы и решения. Сборник научных трудов сотрудников Агентства по ядерной и радиационной безопасности АН РТ Радиоэкологический мониторинг биосреды и радиационная безопасность Таджикистана. Душанбе: ООО «Мавлави», 2010. С. 133–137.
- Хакимов Н., Войцехович О.В., Саидов В.Я., и др. Радиоэкологический мониторинг хвостохранилищ Северного Таджикистана. Материалы VI Нумановских чтений. Душанбе, 2009. С. 207–213.
- Мирсаидзода И., Ахмедов М.З., Баротов Б.Б., и др. Радиоэкологическая ситуация в республике Таджикистан. Душанбе: Дониш, 2021. 114 с.
- Назаров Х.М., Эрматов К.А., Саломов Дж.А., и др. Оценка потенциальной радиационной опасности бывших урановых объектов для населения г. Истиклол Республики Таджикистан // Радиационная гигиена. 2018. Т. 11, № 2. С. 83–90. DOI: 10.21514/1998-426X-2018-11-2-83-90.
- Мирсаидов И.У. Физико-химические и технологические основы получения урановых концентратов из местных сырьевых ресурсов Таджикистана: дис. ... докт. тех. наук: защищена 24.06.2016. Душанбе, 2016. 94 с.
- Национальная Концепция Республики Таджикистан по реабилитации хвостохранилищ отходов переработки урановых руд на 2014-2024 годы: утв. и введена в действие постановлением Правительства Республики Таджикистан № 505 от 1 августа 2014 г. Нормативные правовые акты (в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности). Душанбе: ООО «Мехрона 2017», 2018. С. 47–70.
- Хакимов Н. Оценка состояния бывших урановых объектов в текущей деятельности по их реабилитации. Материалы международного семинара «Урановое наследие Советского союза Центральной Азии: проблемы и решения», Душанбе, 20-22 ноября 2012. Душанбе: Дониш, 2012. С. 51–57.
- Миряхьяев В.М., Тиллобоев Х.И., Назаров Х.М., и др. Содержание изотопов  $^{210}\text{Po}$  и  $^{210}\text{Pb}$  в воде искусственного озера г. Истиклола Республики Таджикистан и их бионакопление в организме рыб // Радиационная гигиена. 2019. Т. 12, № 2(св). С. 50–53. DOI: 10.21514/1998-426X-2019-12-2s-50-53.
- Программа реализации Национальной концепции Республики Таджикистан по реабилитации хвостохранилищ отходов переработки урановых руд на 2016-2024 годы: утв. и введена в действие постановлением Правительства Республики Таджикистан № 329 от 27 июля 2016 г. Нормативные правовые акты (в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности). Душанбе: ООО «Мехрона 2017», 2018. С. 71–123.
- Мирсаидов У.М., Назаров Х.М., Шошафарова Ш.Г., Махмудова М.М. Радоновый мониторинг на территории Северного Таджикистана // Радиационная гигиена. 2020. Т. 13, № 1. С. 68–73. DOI: 10.21514/1998-426X-2020-13-1-68-73.
- Атомная энергия 2.0. ЦПТИ выполнит до конца 2023 года реабилитацию урановых хвостохранилищ площадки «Табшар» в Таджикистане. URL: <https://www.atomic-energy.ru/news/2022/05/18/124783> (дата обращения 25.06.2022).
- Изатуллоев С. Истиклол (Табшар): мифы и правда. URL: [http://narodnaya.tj/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1166:2016-05-20-10-14-32&Itemid=216](http://narodnaya.tj/index.php?option=com_content&view=article&id=1166:2016-05-20-10-14-32&Itemid=216) (дата обращения 25.06.2022).

24. Информационное агентство «АВЕСТА». Жителей города Истиклола обучили вопросам радиационной безопасности. URL: <https://avesta.tj/2016/07/08/zhitelej-goroda-istiklola-obuchili-voprosam-radiatsionnoj-bezopasnosti/> (дата обращения 25.06.2022)
25. Валиев Б. На севере Таджикистана начали ограждать места захоронения радиоактивных отходов. URL: <https://www.asiaplustj.info/news/tajikistan/society/20111128/na-severe-tadzhikistana-nachali-ograzhdad-mesta-zakhoroneniya-radioaktivnykh-otkhodov> (дата обращения 25.06.2022).
26. Семинар по организации работы с населением и заинтересованными сторонами в решении проблем хвостохранилищ Согдийской области. Официальный сайт Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности Национальной академии наук Таджикистана (АХБРЯБ НАНТ). URL: [https://www.cbrn.tj/lang\\_ru/view\\_news.php?id=503](https://www.cbrn.tj/lang_ru/view_news.php?id=503) (дата обращения 25.06.2022).

Поступила: 19.07.2022 г.

**Хакимова Нодира Умаровна** – кандидат химических наук, заведующая Сектором контроля профессионального облучения Отдела научно-исследовательских и технических услуг Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности Агентства по ядерной и радиационной безопасности Национальной академии наук Таджикистана.

**Адрес для переписки:** 734025, Таджикистан, г. Душанбе, проспект Рудаки, 33; E-mail: nodirataj@mail.ru

**Зоитова Манижа Алишеровна** – ведущий инженер Сектора контроля профессионального облучения Отдела научно-исследовательских и технических услуг Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности Агентства по ядерной и радиационной безопасности Национальной академии наук Таджикистана, Душанбе, Таджикистан

**Для цитирования:** Хакимова Н. У., Зоитова М. А. Урановые хвостохранилища г. Истиклола: история, проблемы, решения // Радиационная гигиена. 2023. Т. 16, № 2. С. 102–113. DOI: 10.21514/1998-426X-2023-16-2-102-113

## Uranium tailings in the Istiqlol city: history, problems, solutions

Nodira U. Khakimova, Manizha A. Zoitova

Chemical, Biological, Radiation and Nuclear Safety and Security Agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan

*The article provides an overview of the problems associated with the uranium tailings in Istiqlol city. Many uranium heritage sites in Central Asia, including the uranium tailings in Istiqlol, hadn't been mothballed before the collapse of the USSR. The burial complex consists of a quarry, dumps of the "Poor Ores Factory", an unpreserved open mine, destroyed industrial buildings and four tailings which contain 12 million tons of the uranium production waste. In the area of the tailings, the ambient dose rate of gamma radiation is 0.5–0.6  $\mu\text{Sv/h}$ , and at some points it reaches 3.0–4.0  $\mu\text{Sv/h}$ . The average annual radon emission from the surface is estimated at  $3.9 \times 10^{11}$  Bq/year. The contaminated areas also include the Sarym-Sakhly Sai stream, mine, industrial and quarry waters, which are characterized by an increased content of  $^{234}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$  and  $^{226}\text{Ra}$ . The facilities aren't physically fenced, allowing free access for the public and livestock. Natural disasters such as mudflows, landslides, and earthquakes can lead to an ecological disaster. Attention is paid to the ways of solving problems such as monitoring radionuclides in water, soil, and air; working with the local population to inform and involve them in rehabilitation work; donors search. The Program for the Implementation of the National Concept for the Rehabilitation of Tailings of Uranium Ore Processing Wastes for 2016–2024 was developed and approved by the Government of the Republic of Tajikistan to minimize the radiation impact on the population and the environment. Implementation of the Program requires significant financial investments and trained personals in the field of radiation safety. Only through the joint efforts of the state, population and international organizations is it possible to fully carry out rehabilitation works. Only by joint the state, public, and international organizations efforts, it is possible to solve these problems. Also, one of the main reasons why the population had received unnecessary overexposure was its ignorance of the danger of using water, soil and building materials contaminated with radionuclides. Therefore, the culture of radiation safety should be studied starting from middle school, where students will be taught about ionizing radiation and possible ways*

**Nodira U. Khakimova**

Chemical, Biological, Radiation and Nuclear Safety and Security Agency

**Address for correspondence:** prosp. Rudaki, 33, Dushanbe, 734025, Tajikistan; E-mail: nodirataj@mail.ru

of exposure. Then, both cases of intake of radionuclides into the body, which could have been avoided, and radiophobia among the population living near the extraction and processing of uranium ore, will be much lower. Some social and economic aspects are also touched upon.

**Key words:** uranium tailings, radioecological problems, landfill remediation, Istiqlol, public awareness, radiation safety.

### Authors' personal contribution

Khakimova N.U. – definition of the purpose and objectives of the study, design and writing of the article.

Zoitova M.A. – searching and analysis of literature data.

### Acknowledgements

We express our gratitude to the Director of the Branch of the CBRN SSA NAST in the Sughd region of Tajikistan, Doctor of Technical Sciences, Professor Nazarov Kh.M. for providing radioecological monitoring data of tailings, as well as to our anonymous reviewers for useful advice and comments on the article.

### Conflict of interests

The authors declare no conflict of interest.

### Funding sources

The study wasn't financially supported.

### References

- Shcherbakov DI. In search of radium. M.; L.: Gosgeolizdat; 1941. 136 p. (In Russian).
- Nesterov YuV, Petrukhin NP. Creation and development of mineral raw material base of the domestic nuclear industry. Moscow: Atlant-S LLC; 2017. 399 p. (In Russian).
- Ershova ZV. My meetings with academician V.G. Khlopin (1924-1950). Academician V.G. Khlopin: essays, memoirs of contemporaries. Leningrad: Nauka, Leningrad branch; 1987. P. 85–121. (In Russian).
- Petrukhin NP. History of uranium mining. To the 75th anniversary of the nuclear industry. Moscow: JSC Atomredmetzoloto; 2020. P. 437. (In Russian).
- Kruglov AK. How the nuclear industry was created in the USSR. Moscow: TsNIIatominform; 1995. 380 p. (In Russian).
- Filtsev Yu, Larin V, Razykov Z, et al. Pioneers of the secret atom: 50 years of the first-born of the nuclear industry of the USSR for the extraction and processing of uranium in Tajikistan 1945-1995. Chkalovsk; 1995. 68 p. (In Russian).
- Chirkov BN. Memoirs of the first director of plant No. 6 (GP Vostokredmet). Moscow; 1967. 52 p. (In Russian).
- Salomov JA. On cooperation of the Republic of Tajikistan with the IAEA in the field of radiation safety the population and environment. *Byulleten po atomnoy energii FGUP «TsNIIatominform» = Bulletin on Atomic Energy of the Federal State Unitary Enterprise «TsNIIatominform»*. 2007;8: 49–52. (In Russian).
- Khakimov N, Nazarov KhM, Mirsaidov IU. Physical-chemical and technological bases for obtaining uranium concentrates from wastes of hydrometallurgical plants and industrial waters. Dushanbe: Donish; 2012. P. 35–43. (In Russian).
- Mirsaidzoda I, Nazarov KhM, Salomov JA. Radioactive tailings of Tajikistan: problems and solutions. Dushanbe: Arsham LLC; 2022. 206 p. (In Russian).
- Safe management of waste from mining and processing of uranium ores in the countries of Central Asia. Results of the Regional Technical Cooperation Project RER/9/086 (2005-2008). Preliminary Report. Vienna: IAEA; 2008. 164 p. (In Russian).
- Mirsaidov U, Khakimov N, Nazarov KhM. Nuclear Legacy of the Soviet Union in Tajikistan: Problems and Solutions. Collection of scientific works of employees of the Nuclear and Radiation Safety Agency of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan “Radioecological monitoring of the bioenvironment and radiation safety of Tajikistan”. Dushanbe: Mavlavi LLC; 2010. P. 133–137. (In Russian).
- Khakimov N, Voytsekhovich OV, Saidov VYa, Khamidov FA, Ahmedov MZ. Radioecological monitoring of tailings in Northern Tajikistan. Materials of the VI Numanov Readings. Dushanbe, 2009. P. 207–213. (In Russian).
- Mirsaidzoda I, Ahmedov MZ, Barotov BB, Nazarov KhM, Khamidov FA. Radioecological situation in the Republic of Tajikistan. Dushanbe: Donish; 2021. P. 114. (In Russian).
- Nazarov KhM, Ermatov KA, Salomov JA, Bahronov SM, Mirsaidov UM. Assessment of potential radiation hazard of the former uranium facilities for the population of the Istiqlol city of the republic of Tajikistan. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2020;11(2): 83–90. DOI: 10.21514/1998-426X-2018-11-2-83-90. (In Russian).
- Mirsaidov IU. Physico-chemical and technological bases for obtaining uranium concentrates from local raw materials in Tajikistan [dissertation]. Dushanbe (Tajikistan): Nuclear and Radiation Safety Agency of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan; 2016. 94 p. (In Russian).
- The National Concept of the Republic of Tajikistan for the rehabilitation of tailings of uranium ore processing waste for 2014-2024: approved and put into effect by the Decree of the Government of the Republic of Tajikistan No. 505 of August 1, 2014. Regulatory legal acts (in the field of ensuring nuclear and radiation safety). Dushanbe: Mekhrona 2017 LLC; 2018. P. 47–70. (In Russian).
- Khakimov N. Assessment of the state of former uranium facilities in the current activities for their rehabilitation. In: Materials of the international seminar “Uranium legacy of the Soviet Union in Central Asia: problems and solutions”, 20-22 November 2012, Dushanbe, Tajikistan. Dushanbe: Donish; 2012. P. 51–57. (In Russian).
- Miryakhyayev VM, Tilloboev Khl, Nazarov KhM, Makhmudova MM, Mirsaidov UM. <sup>210</sup>Po and <sup>210</sup>Pb isotopes content in the water of Artificial Lake of Istiqlol City of the Republic of Tajikistan and their bioaccumulation in the fish. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2019;12(2(special issue)): 50–53. DOI: 10.21514/1998-426X-2019-12-2s-50-53. (In Russian).
- The Program for the implementation of the National Concept of the Republic of Tajikistan on the rehabilitation of tailings of waste processing uranium ore for 2016-2024: approved and put into effect by the Decree of the Government of the Republic of Tajikistan No. 329 dated July 27, 2016. Regulatory legal acts (in the field of ensuring nuclear and radiation safety), Dushanbe: Mekhrona 2017 LLC; 2018. P. 71–123. (In Russian).
- Mirsaidov UM, Nazarov KhM, Shosafarova ShG, Mahmudova MM. Radon monitoring on the territory of Northern Tajikistan. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2020;13(1): 68–73. DOI: 10.21514/1998-426X-2020-13-1-68-73. (In Russian).
- Atomic Energy 2.0. JSC “CDTI” will rehabilitate the uranium tailings at the Taboshar site in Tajikistan by the end of 2023. Available from: <https://www.atomic-energy.ru/news/2022/05/18/124783> [Accessed 25 June 2022]. (In Russian).
- Izatulloev S. Istiqlol (Taboshar): myths and truth. Available

from: [http://narodnaya.tj/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1166:2016-05-20-10-14-32&Itemid=21606/21/2022](http://narodnaya.tj/index.php?option=com_content&view=article&id=1166:2016-05-20-10-14-32&Itemid=21606/21/2022) [Accessed 25 June 2022]. (In Russian).

24. Avesta.Tj. Residents of the city of Istiqlol were trained in radiation safety issues. Available from: <https://avesta.tj/2016/07/08/zhitelej-goroda-istiklola-obuchili-voprosam-radiatsionnoj-bezopasnosti/> [Accessed 25 June 2022]. (In Russian).
25. Valiev B. In the north of Tajikistan, radioactive waste burial sites began to be fenced off. Available from: [\[vere-tadzhikistana-nachali-ograzhdad-mesta-zakhoroneniya-radioaktivnykh-otkhodov\]\(http://www.asiaplustj.info/news/tajikistan/society/20111128/na-se-vere-tadzhikistana-nachali-ograzhdad-mesta-zakhoroneniya-radioaktivnykh-otkhodov\) \[Accessed 25 June 2022\]. \(In Russian\).](https://www.asiaplustj.info/news/tajikistan/society/20111128/na-se-</a></li></ol></div><div data-bbox=)

26. Seminar on organizing work with the population and stakeholders in the solving problems of tailing dumps in the Sughd region. Official website of the Chemical, Biological, Radiation and Nuclear Safety and Security Agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan (CBRN NAST). Available from: [https://www.cbrn.tj/lang\\_ru/view\\_news.php?id=503](https://www.cbrn.tj/lang_ru/view_news.php?id=503) [Accessed 25 June 2022]. (In Russian).

Received: July 19, 2022

**For correspondence: Nodira U. Khakimova** – Candidate of Chemical Sciences, Head of the Occupational Exposure Control Sector of the Research and Technical Services Division, Nuclear and Radiation Safety Agency under the National Academy of Sciences of Tajikistan (prosp. Rudaki, 33, Dushanbe, 734025, Tajikistan; E-mail: nodirataj@mail.ru)

**Manizha A. Zoitova** – Lead Engineer, Sector for Occupational Exposure Control, Research and Technical Services Division, Nuclear and Radiation Safety Agency under the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan

**For citation: Khakimova N.U., Zoitova M.A. Uranium tailings in the Istiqlol city: history, problems, solutions. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2023. Vol. 16, No. 2. P. 102-113. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2023-16-2-102-113**