

## Оценка потенциальной радиационной опасности хвостохранилища Дигмай (Таджикистан) для населения, проживающего вокруг него

Х.М. Назаров<sup>1</sup>, К.А. Эрматов<sup>1</sup>, С.М. Бахронов<sup>1</sup>, С.Г. Мухамедова<sup>2</sup>, У.М. Мирсаидов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Агентство по ядерной и радиационной безопасности Академии наук Республики Таджикистан, Душанбе, Республика Таджикистан

<sup>2</sup>Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

*В статье приведены результаты радиационного мониторинга на хвостохранилище Дигмай и ближайшем населенном пункте — поселке Гоziён. Показано, что средняя мощность амбиентной дозы на поверхности хвостохранилища Дигмай достигает 20 мкЗв/ч, плотность потока радона с поверхности материала хвостохранилища достигает 65 Бк/(м<sup>2</sup>·с), при этом объемная активность <sup>222</sup>Rn в атмосферном воздухе над хвостохранилищем на разных участках изменяется от 200 до 1000 Бк/м<sup>3</sup>. Установлено, что удельная активность <sup>238</sup>U в хвостовом материале достигает 980 Бк/кг, а <sup>226</sup>Ra — 7620 Бк/кг. При оценке доз облучения трех гипотетических групп населения, проживающего в поселке Гоziён, учитывались следующие факторы и пути облучения: внешнее облучение, вызванное загрязнением почвы; внутреннее облучение за счет ингаляции <sup>222</sup>Rn и его короткоживущих дочерних продуктов распада, а также долгоживущих радионуклидов с аэрозолями из атмосферного воздуха; внутреннее облучение за счет перорального поступления частиц почвы. Полученные значения годовых доз облучения составляют от 0,4 до 17,0 мЗв/год. При этом наиболее значимый вклад в облучение вносит внешнее гамма-излучение в случае пребывания людей на поверхности хвостохранилища, а также внутреннее облучение за счет ингаляции <sup>222</sup>Rn и его короткоживущих дочерних продуктов распада. Существенным может быть и вклад внутреннего облучения за счет перорального поступления частиц почвы при проведении работ в условиях ветреной погоды и подъема пыли над хвостохранилищем. Годовые дозы облучения для трех гипотетических групп населения можно рассматривать в качестве основы для планирования безопасного времени проведения работ на хвостохранилище на этапе реализации проектов по его реабилитации. Полученная оценка дозы (до 17 мЗв/год) является достаточно высокой и неприемлемой по отношению к принятому пределу дозы безопасного облучения для населения в 1 мЗв/год над природным фоном.*

**Ключевые слова:** радиационный мониторинг, хвостохранилище, мощность амбиентной дозы, объемная активность, удельная активность, радионуклид, уран, радий, радон, годовая доза облучения, гипотетическая группа, плотность потока радона, воздух, почва.

### Введение

Дигмайское хвостохранилище является одним из крупнейших хвостохранилищ отходов уранового производства в Средней Азии. Оно занимает площадь более 90 га и содержит около 35 млн тонн отходов урановых руд, около 500 тыс. тонн забалансовой урановой руды, а также 5,7 млн тонн отходов переработки ванадийсодержащего сырья с общим содержанием около 16 000 ГБк активности. Насыпь считается заполненной на 83% [1].

Поскольку поверхность хвостохранилища является открытой, с его поверхности идет постоянное и существенное выделение радиоактивного газа — радона. Его поступление в атмосферный воздух значительно увеличилось после пересыхания поверхности хвостохранилища, на которой повсеместно образовались трещины глу-

биной до 2 м. Среднее значение плотности потока радона равно 40 Бк/(м<sup>2</sup>·с), годовое поступление радона в атмосферу может составлять 1,13·10<sup>15</sup> Бк. Эти результаты показывают, что проблема радоновыделения может оказаться более острой, чем это оценивалось ранее. Такой исключительно высокий поток радона в атмосферный воздух должен формировать очень высокие концентрации таких его продуктов распада, как <sup>210</sup>Po и <sup>210</sup>Pb в составе атмосферных осадков и аэрозолей, которые осаждаются на прилегающие сельхозугодья и присутствуют в атмосферном воздухе.

В связи с этим возникла необходимость проведения радиационного мониторинга на территории Дигмайского хвостохранилища. С полной остановкой уранового производства на предприятии была прекращена подача пульпы

**Назаров Холмурод Марипович**

Агентство по ядерной и радиационной безопасности Академии наук Республики Таджикистан

Адрес для переписки: 735730, г. Бустон, ул. Оплачук, 1А, Таджикистан; E-mail: holmurod18@mail.ru

и сбросных технологических растворов, что привело к полному испарению прудовых вод и, как следствие, – к увеличению пылевого уноса с поверхности хвостохранилища, значительному возрастанию объемов выделения радона в атмосферу. Вместе с тем, сохранился контакт поровых вод радиоактивных отходов с подземными водами, дополняемый дренированием тела хвостохранилища атмосферными осадками. Эти факторы сохраняют, а в какой-то мере усиливают связанные с хвостохранилищем экологические риски.

**Цель исследования** – оценка потенциальной радиационной опасности хвостохранилища Дигмай для населения поселка Гоziён Б. Гафуровского района Республики Таджикистан.

### Методы отбора проб и исследования

Радоновый мониторинг на объектах проводился с применением как интегрального метода измерения, так и мгновенного метода. Измерение объемной активности (ОА) радона интегральным методом проводилось с помощью комплекса производства венгерской компании «Radosys» с твердотельными трековыми детекторами на основе пластика CR-39 (аллилдигликолькарбонат).

Мгновенные измерения ОА радона проводились с помощью радиометра радона РРА-01М-03. При помощи пробоотборного устройства ПОУ-04 была измерена плотность потока радона (ППР) с поверхности хвостохранилища Дигмай [2]. По результатам замеров ППР на площадках, равномерно распределенных по поверхности хвостохранилища, произведена оценка годового выброса радона.

Измерение мощности амбиентной дозы гамма-излучения осуществлялось дозиметрами МКС-АТ6130 («АТОМТЕХ»), ДКС-96 (НПП «Доза»), ДКС-АТ1123 («АТОМТЕХ»).

### Результаты и обсуждение

В данном исследовании зоны опасности были определены как области с повышенным уровнем радиоактивного загрязнения по сравнению с природным фоном на данной местности. Загрязненность таких участков представляет определенную радиологическую опасность для населения, поскольку присутствие людей на таких территориях или природопользование на таких участках может

приводить к дополнительному облучению. Еще одним источником дополнительного облучения населения могут являться повышенные уровни содержания радионуклидов в водных объектах. В качестве двух оцениваемых участков были выбраны территория Дигмайского хвостохранилища и территория поселка Гоziён.

Одной из важных особенностей Дигмайского хвостохранилища является то, что оно расположено в густонаселенной области. Здесь существует высокий риск загрязнения природных вод за счет значительного скопления отходов бывшего уранового производства в теле хвостохранилища, которое не имеет ни защитного покрытия на поверхности, ни ограждающих конструкций в нижней части. Дигмайское хвостохранилище строилось путем перекрытия ущелья дамбой. Вследствие засушливого климата вода с поверхности хвостохранилища испарилась, а сама поверхность материала хвостохранилища покрылась большими трещинами-такырами, что привело к формированию здесь высокой плотности потока радона с поверхности (36–65 Бк/(м<sup>2</sup>·с)). Объемная активность <sup>222</sup>Rn в атмосферном воздухе над хвостохранилищем на разных участках изменяется от 200 до 1000 Бк/м<sup>3</sup>.

Для Дигмайского хвостохранилища рассматривались следующие факторы повышенной радиологической опасности:

- радиоактивное загрязнение территории прилегающего к хвостохранилищу населенного пункта. В данном случае во внимание принимались лишь некоторые усредненные данные о загрязнении местности и атмосферного воздуха, так как обследование жилых помещений не проводилось;
- содержание природных радионуклидов в материале хвостохранилища и значительное радоновыделение в пределах чаши хвостохранилища;
- радиоактивное загрязнение подземных вод.

### Ситуация на незагрязненных территориях

Усредненные уровни мощности амбиентной дозы гамма-излучения на территориях, которые не подвержены влиянию Дигмайского хвостохранилища, составляют около 0,15 мкЗв/ч. Объемные активности естественных радионуклидов (ЕРН) в воздухе, воде и удельные активности в почве приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Объемная активность ЕРН в воздухе, воде и удельная активность ЕРН в почве в районах, которые наиболее вероятно не подвержены влиянию Дигмайского хвостохранилища**

[Table 1]

**[Activity concentration of natural radionuclides in air, water and soil in areas that are most likely not affected by the Dehmoy tailings pond]**

ЕРН [Natural radionuclide]	Воздух, Бк/м <sup>3</sup> [Air, Bq/m <sup>3</sup> ]	Почва, Бк/кг (с.в.) [Soil, Bq/kg (DW)]	Вода, Бк/м <sup>3</sup> [Water, Bq/m <sup>3</sup> ]
<sup>210</sup> Pb	3,5·10 <sup>-4</sup>	49	–
<sup>210</sup> Po	3,5·10 <sup>-4</sup>	36	–
<sup>226</sup> Ra	0,31·10 <sup>-4</sup>	32	7,0
<sup>228</sup> Th	0,08·10 <sup>-4</sup>	12	–
<sup>230</sup> Th	0,5·10 <sup>-4</sup>	60	–
<sup>234</sup> U	0,32·10 <sup>-4</sup>	13	28
<sup>238</sup> U	0,28·10 <sup>-4</sup>	10	25
<sup>222</sup> Rn	20	–	–

**Мощности амбиентной дозы (МАД) гамма-излучения.** Минимальные и максимальные значения МАД, усредненные для каждого из двух оцениваемых участков, приведены в таблице 2. Значения в таблице учитывают данные наблюдений, которые получены группой мониторинга ГУП «Таджредмет».

**Содержание радионуклидов в атмосферном воздухе.** На участке расположения Дигмайского хвостохранилища были выполнены всего несколько измерений объемной активности долгоживущих радионуклидов в воздухе. Отбор проб большого объема был выполнен воздухо-фильтрующими установками на высоте 0,5 м от поверхности грунта на склоне чаши хвостохранилища с относительной отметкой около 1 м над высушенной поверхностью пульпы. Отобранные на фильтры пробы аэрозолей анализировались методами гамма-спектрометрии, которые позволили провести измерения активности таких радионуклидов, как  $^{238}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{228}\text{Th}$  и др. Активности других радионуклидов уранового ряда в аэрозолях оценивались в предположении равновесия  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  и  $^{210}\text{Pb}/^{210}\text{Po}$ . Фактически отношение  $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$  в аэрозолях может быть в некоторых случаях существенно выше, чем 1. Объемная активность  $^{222}\text{Rn}$  на различных участках хвостохранилища составляла от 200 до 1000 Бк/м<sup>3</sup>. Средние ОА радона в проветриваемых помещениях поселка Гоziён, который наиболее близко расположен к хвостохранилищу, были оценены величиной около 50 Бк/м<sup>3</sup> (рис. 1).

Минимальные и максимальные значения активности ЕРН в пробах воздуха, отобранных на территории хвостохранилища, приведены в таблице 3.

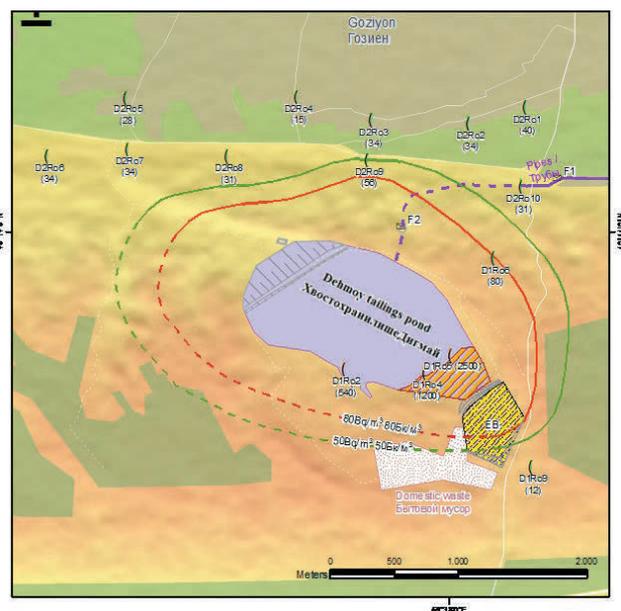


Рис. 1. ОА радона в воздухе на хвостохранилище Дигмай и вокруг него

[Fig 1. Radon concentration in outdoor air at Dehmay tailings pond and around it]

**Содержание радионуклидов в грунтах.** Для анализа грунтов на содержание ЕРН был отобран ряд проб. Минимальные и максимальные значения удельной активности радионуклидов в грунтах (материал хвостохранилища и почва прилегающего к нему поселка) приведены в таблице 4.

Таблица 2  
Мощность амбиентной дозы (МАД) гамма-излучения на оцениваемых участках вокруг Дигмайского хвостохранилища  
[Table 2  
Ambient dose rate (ADR) of gamma radiation for the evaluated sites around Dehmay tailings pond]

Объект [Site]	МАД <sub>min</sub> <sup>1</sup> , мкЗв/ч [ADR <sub>min</sub> <sup>1</sup> , μSv/h]	МАД <sub>max</sub> <sup>1</sup> , мкЗв/ч [ADR <sub>max</sub> <sup>1</sup> , μSv/h]
Населенный пункт [Settlement]	0,20	0,50
Хвостохранилище [Tailings pond]	4,00	20,0

Таблица 3  
Объемная активность ЕРН в воздухе (ОА) на Дигмайском хвостохранилище и ближайшем поселке  
[Table 3  
Activity concentration of natural radionuclides in air (C) at the Dehmay tailings pond and the nearest settlement]

ЕРН [Natural radionuclide]	Поселок [Settlement]	Хвостохранилище [Tailings pond]	
	ОА, Бк/м <sup>3</sup> [C, Bq/m <sup>3</sup> ]	ОА <sub>min</sub> <sup>1</sup> , Бк/м <sup>3</sup> [C <sub>min</sub> <sup>1</sup> , Bq/m <sup>3</sup> ]	ОА <sub>max</sub> <sup>1</sup> , Бк/м <sup>3</sup> [C <sub>max</sub> <sup>1</sup> , Bq/m <sup>3</sup> ]
$^{210}\text{Pb}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$9,2 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$
$^{210}\text{Po}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$9,2 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$
$^{226}\text{Ra}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$	$3,3 \cdot 10^{-4}$	$4,1 \cdot 10^{-4}$
$^{228}\text{Th}$	$2,6 \cdot 10^{-5}$	$4,6 \cdot 10^{-5}$	$5,8 \cdot 10^{-5}$
$^{230}\text{Th}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$2,3 \cdot 10^{-4}$	$2,9 \cdot 10^{-4}$
$^{234}\text{U}$	$2,8 \cdot 10^{-5}$	$3,6 \cdot 10^{-5}$	$5,0 \cdot 10^{-5}$
$^{238}\text{U}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$	$3,4 \cdot 10^{-5}$	$4,6 \cdot 10^{-5}$
$^{222}\text{Rn}$	50	200	1000

Таблица 4

Удельная активность ЕРН в материале (УА) Дигмайского хвостохранилища и почве прилегающего к нему поселка

[Table 4]

Activity concentration of natural radionuclides in the material (C) of the Dehmay tailings pond and in the soil of the nearest settlement]

ЕРН [Natural radionuclide]	Поселок [Settlement]	Хвостохранилище [Tailings pond]	
	УА, Бк/кг [C, Bq/kg]	УА <sub>min</sub> , Бк/кг [C <sub>min</sub> , Bq/kg]	УА <sub>max</sub> , Бк/кг [C <sub>max</sub> , Bq/kg]
<sup>210</sup> Pb	98	1,0·10 <sup>4</sup>	1,5·10 <sup>4</sup>
<sup>210</sup> Po	62	1,2·10 <sup>4</sup>	1,3·10 <sup>4</sup>
<sup>226</sup> Ra	65	7,3·10 <sup>3</sup>	7,6·10 <sup>3</sup>
<sup>228</sup> Th	24	2,2·10 <sup>3</sup>	3,2·10 <sup>3</sup>
<sup>230</sup> Th	120	1,1·10 <sup>4</sup>	1,6·10 <sup>4</sup>
<sup>234</sup> U	25	9,5·10 <sup>2</sup>	1,1·10 <sup>3</sup>
<sup>238</sup> U	20	8,2·10 <sup>2</sup>	9,8·10 <sup>2</sup>

Содержание радионуклидов в воде. Низкие уровни содержания радионуклидов (<sup>234</sup>U, <sup>238</sup>U и <sup>226</sup>Ra) в подземных водах на территории поселка, отобранные из нескольких скважин, показали, что загрязненные воды под хвостохранилищем еще не проникли в водоносный горизонт, используемый для питьевого водоснабжения. Результаты представлены таблице 5.

Таблица 5

Удельная активность ЕРН в подземной воде (УА), используемой для питьевого водоснабжения

[Table 5]

Activity concentration of natural radionuclides in groundwater (C) used for drinking]

ЕРН [Natural radionuclide]	УА, мБк/кг [C, mBq/kg]
<sup>226</sup> Ra	150
<sup>234</sup> U	1000
<sup>238</sup> U	1000

Оценки доз облучения. В расчетах учитывались следующие источники и пути облучения:

- внешнее облучение, вызванное загрязнением почвы;
- внутреннее облучение за счет ингаляции <sup>222</sup>Rn и его короткоживущих дочерних продуктов распада (ДПР), а

также долгоживущих радионуклидов с аэрозолями из атмосферного воздуха;

- внутреннее облучение за счет перорального поступления частиц почвы.

При оценке доз облучения населения в районе расположения Дигмайского хвостохранилища рассматривались три гипотетические группы:

Группа 1. Население п. Гоziён, которое не посещает поверхность хвостохранилища.

Группа 2. Жители п. Гоziён, которые могут пребывать не менее 8 ч в неделю (порядка 1 ч в день) на поверхности хвостохранилища.

Группа 3. Жители п. Гоziён, которые будут привлекаться для выполнения реабилитационных работ на хвостохранилище в течение не менее 6 ч в день в течение 4 рабочих дней каждую неделю.

В таблице 6 приведены данные о продолжительности пребывания различных гипотетических групп населения п. Гоziён на территории хвостохранилища и в поселке, где они проживают.

Расчетные величины мощностей дозы облучения от различных источников на выбранных участках потенциального облучения за счет влияния Дигмайского хвостохранилища приведены в таблице 7.

Таблица 6

Продолжительность пребывания различных гипотетических групп населения п. Гоziён на участках потенциального облучения

[Table 6]

Duration of stay of various hypothetical groups of population of the Goziyon village on the areas of potential exposure]

Гипотетическая группа [Hypothetical group]	В окрестностях хвостохранилища [Outdoors nearby the tailings pond]	Внутри помещений (в жилом доме или на рабочем месте) [Indoors (dwellings or workplaces)]
	Продолжительность пребывания, ч/год [Duration of stay, h/year]	
1	0	8760
2	416	8344
3	1104	7656

Ожидаемые годовые дозы облучения представителей трех гипотетических групп населения п. Гоziён, проживающего в зоне влияния Дигмайского хвостохранилища, приведены в таблице 8.

Как видно из таблицы 8, годовые дозы облучения представителей трех гипотетических групп населения п. Гоziён составляют от 0,4 до 17,0 мЗв/год. Наиболее значимый вклад в облучение вносит внешнее гамма-излучение в случае пребывания людей на поверхности хвостохранилища, которое может сопровождаться высокими дозами внутреннего облучения за счет ингаляционного поступления радона и его ДПР. Существенным может быть и вклад внутреннего облучения за счет перорального поступления частиц почвы при проведении работ в условиях ветреной погоды и подъема пыли над хвостохранилищем.

### **Заклучение**

Годовые дозы облучения трех гипотетических групп населения п. Гоziён, проживающего в зоне влияния Дигмайского хвостохранилища, можно рассматривать в качестве основы для планирования безопасного времени проведения работ на хвостохранилище на этапе реализации проектов его реабилитации. Полученная оценка дозы (до 17 мЗв/год) является достаточно высокой и неприемлемой по отношению к принятому пределу дозы безопасного облучения для населения в 1 мЗв/год над природным фоном. Данная оценка является также близкой к дозе, рекомендуемой в качестве предела безопасности для персонала в виде ограничения в 20 мЗв/год над природным фоном [3].

**Расчетные величины мощностей дозы облучения от различных источников на территории п. Гоziён и территории Дигмайского хвостохранилища**

Таблица 7

[Table 7

**Estimated dose rates from different sources on the territory of the Goziyon village and on the territory of the Dehmoy tailings pond]**

Участок потенциального облучения [Site of potential exposure]	Источник облучения [Source of exposure]	Мощность дозы, мкЗв/ч [Dose rate, µSv/h]	
		min	max
Поселок [Settlement]	Внешнее гамма-излучение [External gamma radiation]	0,03	0,21
	Долгоживущие ПРН в воздухе [Long-lived natural radionuclides in air]	0,0055	0,0055
	Радон [Radon]	0	0,094
	Проглатывание частиц почвы [Ingestion of soil particles]	0,00076	0,00076
	Всего [Total]	0,036	0,31
Хвостохранилище [Tailings pond]	Внешнее гамма-излучение [External gamma radiation]	2,3	12
	Долгоживущие ПРН в воздухе [Long-lived natural radionuclides in air]	0,0061	0,0086
	Радон [Radon]	0,25	1,2
	Проглатывание частиц почвы [Ingestion of soil particles]	0,17	0,23
	Всего [Total]	2,7	13

**Ожидаемые годовые дозы облучения гипотетических групп населения п. Гоziён**

Таблица 8

**Estimated annual doses for the hypothetical groups of population of the Goziyon village]**

[Table 8

Гипотетическая группа [Hypothetical group]	Доза облучения, мЗв/год [Dose, mSv/year]		Вклад различных источников облучения, % [Contribution of different sources, %]		
	min	max	Внешнее гамма-излучение [External gamma radiation]	Радон [Radon]	Другие [Other]
1	0,4	2,8	66	29	5
2	1,5	8,2	82	16	2
3	3,4	17,0	86	12	2

**Литература**

1. Паспорта радиоактивных хвостохранилищ Северного Таджикистана. Агентство по ядерной и радиационной безопасности АН Республики Таджикистан. – Душанбе, 2004. – 6 с.
2. Назаров, Х.М. Оценка потенциальной радиационной опасности бывших урановых объектов для населения г. Истиклол Республики Таджикистан / Х.М. Назаров, К.А. Эрматов, Д.А. Саломов, С.М. Бахронов, У.М. Мирсаидов // Радиационная гигиена. – 2018. – Т. 11, № 2. – С. 83–90.
3. Нормы радиационной безопасности (НРБ-06 СП 2.6.1.001-06): зарег. 16.01.2007 г. – Душанбе: Минюст Республики Таджикистан, 2007. – 172 с.

Поступила: 01.10.2018 г.

**Назаров Холмурод Марипович** – главный научный сотрудник Филиала Агентства по ядерной и радиационной безопасности АН Республики Таджикистан в Согдийской области. **Адрес для переписки:** 735730, г. Бустон, ул. Оплачук, 1А, Таджикистан; E-mail: holmurod18@mail.ru

**Эрматов Комилджон Абдулмаликович** – младший научный сотрудник Филиала Агентства по ядерной и радиационной безопасности АН Республики Таджикистан в Согдийской области, Душанбе, Республика Таджикистан

**Бахронов Соджидхон Манонджонович** – младший научный сотрудник Агентства по ядерной и радиационной безопасности АН Республики Таджикистан, Душанбе, Республика Таджикистан

**Мухамедова Светлана Галиевна** – доктор биологических наук, профессор кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

**Мирсаидов Улмас Мирсаидович** – главный научный сотрудник Агентства по ядерной и радиационной безопасности АН Республики Таджикистан, Душанбе, Республика Таджикистан

**Для цитирования:** 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. DOI: 10.21514/1998-426X-2019-12-1-115-121

**Assessment of the potential radiation hazard of the Dehmoy tailings pond (Tajikistan) for the population living around it**

Kholmurod M. Nazarov<sup>1</sup>, Komildzhon A. Ermatov<sup>1</sup>, Sodzhidkhon M. Bakhronov<sup>1</sup>, Svetlana G. Mukhamedova<sup>2</sup>, Ulmas M. Mirsaidov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Nuclear and Radiation Safety Agency of Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan

<sup>2</sup>First Moscow State University after I.M. Sechenov of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia

*The paper presents results of radiation monitoring of the Dehmoy tailings pond and the nearest inhabited locality, Goziyon village. It is shown that the average gamma dose rate on the surface of Dehmoy tailings pond reaches 20  $\mu\text{Sv/h}$ , density of radon flux from the surface reaches 65  $\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ , and the outdoor radon concentration at the Dehmoy tailings pond varies from 200 to 1000  $\text{Bq}/\text{m}^3$ . It was found that the activity concentration of  $^{238}\text{U}$  in the tailing material reaches 980  $\text{Bq}/\text{kg}$  and the activity concentration of  $^{226}\text{Ra}$  reaches 7620  $\text{Bq}/\text{kg}$ . Potential doses for three hypothetical groups of the population living in the village of Goziyon were assessed and the following sources and ways of exposure were taken into account: external gamma radiation due to soil contamination; internal exposure due to inhalation of  $^{222}\text{Rn}$  and its progeny, as well as long-lived radionuclides with aerosols from atmospheric air; internal exposure due to ingestion of soil particles. The hypothetical doses range from 0.4 to 17.0  $\text{mSv}/\text{year}$ . The most significant contributors to the dose are the external gamma radiation and the internal exposure due to inhalation of  $^{222}\text{Rn}$  and its progeny. The contribu-*

**Kholmurod M. Nazarov**

Nuclear and Radiation Safety Agency of Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan Branch in Sogd region

**Address for correspondence:** 1A Oplanchuk, Buston, 735730, Tajikistan; E-mail: holmurod18@mail.ru

*tion of internal exposure due to the ingestion of soil particles in the case of working in windy conditions and the lift of dust from the surface of the tailings pond can also be significant. The hypothetical annual doses to three hypothetical groups of the population can be considered as the basis for estimating the safe working time at the tailings pond during its rehabilitation. The calculated dose estimate (up to 17 mSv/year) is rather high and unacceptable compared to the dose limit for the population of 1 mSv/year above the background level.*

**Key words:** radiation monitoring, tailings pond, gamma dose rate, activity, concentration, radionuclide, uranium, radium, radon, annual dose, hypothetical group, density of radon flux, air, soil.

## References

1. Passports of radioactive tailings ponds of Northern Tajikistan. Nuclear and Radiation Safety Agency of Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. Dushanbe, 2004. 6 p. (In Russian)
2. Nazarov K.M., Ermatov K.A., Salomov D.A., Bahronov S.M., Mirsaidov U.M. Assessment of potential radiation hazard of the former uranium facilities for the population of the Istiklol city of the republic of Tadjhikistan. Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene. 2018;11(2):83-90. (In Russian)
3. 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 Russian)

Received: October 01, 2018

**For correspondence: Kholmurod M. Nazarov** – principal researcher, Nuclear and Radiation Safety Agency of Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan, Branch in Sogd region (1A Oplanchuk, Buston, 735730, Tajikistan; E-mail: holmurod18@mail.ru)

**Komildzhon A. Ermatov** – junior research worker of Nuclear and Radiation Safety Agency of Academy of Sciences of the Republic of Tadjhikistan Branch in Soghd region, Buston, Tajikistan

**Sodzhidkhon M. Bakhronov** – junior researcher of Nuclear and Radiation Safety Agency of Academy of Sciences of the Republic of Tadjhikistan, Dushanbe, Tajikistan

**Svetlana G. Mukhamedova** – Doctor of biological sciences, professor of the cathedra of histology, cytology and embryology of the First Moscow state university after I.M. Sechenov of Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia

**Ulmas M. Mirsaidov** – principal research worker of Nuclear and Radiation Safety Agency of Academy of Sciences of the Republic of Tadjhikistan, Buston, Tajikistan

**For citation: Nazarov Kh. M., Ermatov K. A., Bahronov S.M., Mukhamedova S.G., Mirsaidov U.M. Assessment of the potential radiation hazard of the Dehmoy tailings pond (Tajikistan) for the population living around it. Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene, 2019, Vol. 12, No. 1, pp.115-121. (In Russian) DOI: 10.21514/1998-426X-2019-12-1-115-121**