

DOI: 10.12737/article_5a855c9d95ff69.76703405

П.К. Казымбет, М.М. Бахтин, Е.Т. Кашкинбаев, Д. Джанабаев, Ж.С. Даутбаева, М.К. Шарипов**РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА ХВОСТОХРАНИЛИЩЕ СТЕПНОГОРСКОГО ГОРНО-ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЯХ. СООБЩЕНИЕ I**

Институт радиобиологии и радиационной защиты АО «Медицинский университет Астана», Астана, Республика Казахстан. E-mail: p.kazymbet@mail.ru

П.К. Казымбет – директор, д.м.н., проф., эксперт МАГАТЭ, вице-президент Азиатской ассоциации радиационных исследований, действительный член Нью-Йоркской академии наук; М.М. Бахтин – зам. директора, д.б.н., проф.; Е.Т. Кашкинбаев – гл.н.с., PhD Med; Д. Джанабаев – начальник отдела, к.м.н.; Ж.С. Даутбаева – докторант PhD; М.К. Шарипов – зав. лаб. радиохимии и радиоспектрометрии, магистр

Реферат

Цель: Оценка радиационной обстановки на хвостохранилище Степногорского горно-химического комбината (СГХК) и окружающих населенных пунктах.

Материал и методы: Объектами радиоэкологического исследования служили хвостохранилище СГХК и расположенные вблизи него населенные пункты Аксу, Кварцитка и Заводской. Полевые экспедиционные исследования выполнены в летний период и заключались в проведении гамма-съемки территории исследуемых объектов и населенных пунктов, отборе проб поверхностных вод, растительности, поверхностных и послойных проб почв. В населенных пунктах наряду с отбором проб и изучением гамма-фона была определена величина эквивалентной равновесной объемной активности дочерних продуктов распада радона в жилых и производственных помещениях. Для определения концентраций изучаемых радионуклидов был выбран фоновый участок, в пределах которого изучены уровни их глобального выпадения. Для проведения расчета индивидуальной эффективной дозы облучения населения в качестве базовой использовалась методика Национального совета по радиационной защите Великобритании.

Результаты: В северной части хвостохранилища СГХК на прилегающей территории обнаружен участок радиоактивно-загрязнения, где значения удельной активности для ^{226}Ra , ^{232}Th и ^{210}Pb достигают величин 1500–2000 Бк/кг. На территории населенного пункта Аксу обнаружено 5 локальных участков с площадью от 25 до 1000 м² с мощностью амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения от 0,39 до 0,86 мкЗв/ч, при фоновом значении для данной местности до 0,09 мкЗв/ч. В поселке Заводской выявлены 2 участка с повышенными уровнями интенсивности гамма-излучения. Годовая эффективная доза для критических групп населения населенного пункта Аксу составила 6,5 мЗв/год.

Заключение: Полученные результаты полевых работ и лабораторных аналитических исследований свидетельствуют о наличии негативного влияния хвостохранилища СГХК на окружающую среду прилегающих территорий, выражающегося в загрязнении почвы, воды и растительности радионуклидами. Характер аномальных участков на территории населенных пунктов Аксу и Заводской исключает происхождение их от хвостохранилища СГХК. Появление указанных участков загрязнения может быть следствием использования материалов 3-го класса (по санитарно-гигиеническим нормативам) при благоустройстве и в дорожном строительстве. Вероятная годовая эффективная доза для населения, проживающих в локальных участках п. Аксу, составляет ~ 6,5 мЗв/год, при норме 1 мЗв/год от техногенных источников облучения.

Ключевые слова: уран, гамма-излучение, мощность амбиентного эквивалента дозы, эквивалентная равновесная объемная активность радона, радионуклиды, горно-химический комбинат

Поступила: 12.04.2017. Принята к публикации: 06.12.2017

Введение

Техногенное загрязнение окружающей среды радионуклидами в процессе добычи и переработки полезных ископаемых является проблемой многих стран, включая Казахстан, которые обладают месторождениями природного урана и других минералов.

В результате деятельности уранодобывающих предприятий в Республике Казахстан (РК) накоплено более 170 млн тонн радиоактивных отходов, которые требуют постоянного радиационного контроля, а также реабилитации территории [1, 2]. При этом только в северном регионе скопилось около 61 млн тонн радиоактивных отходов с общей суммарной активностью 168,4 тыс. кюри [3]. В 2001–2008 гг. были проведены работы по консервации и ликвидации урановых месторождений в указанном регионе [4]. В настоящее время в РК используются несколько хвостохранилищ радиоактивных отходов. Крупнейшим среди них является хвостохранилище Степногорского горно-химического комбината (СГХК), функционирующего с 1956 г. Основными видами производственных отходов СГХК являются хвосты переработки урановых руд, которые по содержанию в них радионуклидов относятся к I классу опасности [5]. В доступной лите-

ратуре имеется ряд исследований по радиационной обстановке и оценке радиационного риска для персонала в уранодобывающих предприятиях. Публикаций, посвященных оценке риска для населения, проживающих в зоне действия хвостохранилища радиоактивных отходов, немного [6, 7].

Целью настоящей работы явилась оценка радиационной обстановки хвостохранилища СГХК и расположенных вблизи него населенных пунктов.

Материал и методы

Объектами радиоэкологического исследования служили хвостохранилище СГХК и населенные пункты Аксу, Кварцитка и Заводской. При обследовании территории хвостохранилища СГХК проведены измерения радиационных параметров в 200 точках. В каждой точке обследования проводились измерения мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (МАЭД ГИ) на поверхности почвы и на высоте 1 м. Кроме того, при проведении гамма-съемки внутри поселков и по их периметрам было обследовано: в Аксу – 120 точек, Кварцитке – 38 точек, Заводском – 92 точки. Разведочную гамма-съемку исследуемых территорий провели с помощью передвижной радиоло-



Рис. 1. Схема расположения объектов СГХК и населенных пунктов

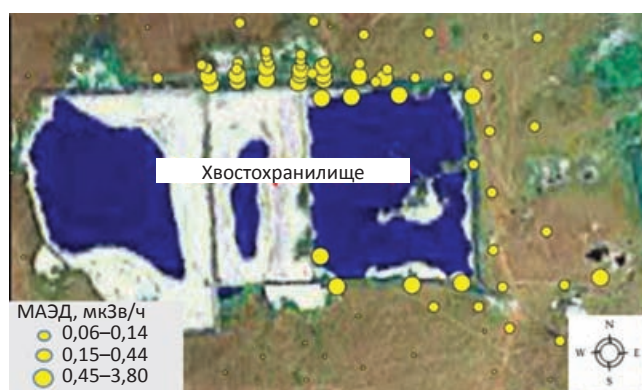


Рис. 2. Распределение МАЭД ГИ на территории, прилегающей к хвостохранилищу

гической лаборатории «Гамма-Сенсор». Пешеходную гамма-съемку территории провели по сети 500×500 м с детализацией на участках радиоактивного загрязнения. На каждом из выявленных участков также провели детальную пешеходную гамма-съемку по сети 1×1 м с измерением гамма-фона.

Для отбора проб почвы методом конверта на территории населенных пунктов в пяти точках (по 4 углам и центра) на глубине 0–5 см отбирали пробоотборником поверхностные пробы почвы. Глубинные пробы почвы послойно на глубине 0–30 см с шагом 5 см отбирали в каждой точке, где МАЭД ГИ превышала фоновое значение. На участках с высоким уровнем МАЭД ГИ отбиралась одна или несколько послойных проб почвы с уровнями 0–5, 5–10, 10–20, 20–30 и 30–40 см.

Пробы воды отобраны соответственно руководствам ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков» и ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб».

Для радиоспектрометрического анализа проб использовали универсальный спектрометрический комплекс «Прогресс» с блоками детектирования альфа-, бета- и гамма-излучения. Для проведения расчета индивидуальной эффективной дозы облучения в качестве базовой использовалась методика Национального совета по радиационной защите Великобритании [8] с учетом регламентирующих документов [9–11]. Статистическая обработка результатов проводилась общепринятыми методами с использованием критерия Стьюдента и программ Microsoft Excel и Statistica 6.0.

Результаты и обсуждение

Радиационная обстановка на территории за санитарно-защитной зоной хвостохранилища СГХК

Хвостохранилище СГХК расположено в 3,75 км к западу от гидromеталлургического завода, в 3,2–4,7 км севернее поселков Аксу, Заводской и Кварцитка Акмолинской области, где проживают свыше 6 тыс. человек, в т.ч. работники данного предприятия (рис. 1).

В комплекс хвостового хозяйства входят три карты, две насосные станции, пульпопроводы, каменно-набросные дамбы, двухуровневая дренажная система, три дренажные насосные станции и противофильтрационный экран под картой № 2. Площадь хвостохранилища СГХК 7,82 км², где сконцентрированы отходы массой 44,17 млн тонн с активностью 146,4 тыс. кюри [12]. Результаты собственных исследований распределения гамма-фона представлены на рис. 2, где измеренные значения МАЭД ГИ представлены в виде градуированных символов, размер которых зависит от величины МАЭД ГИ. Значения измеренных величин МАЭД ГИ варьируют в диапазоне от 0,08 до 3,80 мкЗв/ч, при характерном для данной местности фоне в 0,09 мкЗв/ч.

За санитарно-защитной зоной хвостохранилища (СЗЗХ) в северо-восточной части МАЭД ГИ варьирует от 0,07 до 0,83 мкЗв/ч; в восточной части – от 0,08 до 0,54 мкЗв/ч; в северо-западной части варьирует от 0,13 до 0,33 мкЗв/ч; в западной части – от 0,13 до 0,28 мкЗв/ч; в юго-восточной и южной частях – от 0,11 до 0,32 мкЗв/ч и от 0,11 до 0,32 мкЗв/ч соответственно. Максимальные значения МАЭД ГИ приходятся на точки, находящиеся внутри хвостохранилища, непосредственно у водной кромки, где диапазон измеренных величин изменяется от 0,90 до 3,80 мкЗв/ч. В санитарно-защитной зоне хвостохранилища, на северной окраине, обнаружен участок размером 500×3000 м, где МАЭД ГИ варьирует от 0,25 до 0,80 мкЗв/ч (рис. 2).

Одна из составляющих радиационного фона на исследуемой территории обусловлена естественными радионуклидами, которые входят в ряды распада урана и тория, а также радиоизотопом калия. Из естественных радионуклидов нами определялись ⁴⁰K, ²³²Th, ²²⁶Ra, ²¹⁰Pb и ²³⁸U. Для изучения характера распределения по площади основных дозообразующих радионуклидов отобраны и исследованы поверхностные пробы (слой 0–5 см); для изучения вертикального распределения для ряда точек пробоотбора были отобраны послойные пробы (слои 0–5, 5–10, 10–20, 20–30 см). Всего на территории, прилегающей к хвостохранилищу, изучено 200 проб.

Установлено, что удельная активность основных дозообразующих естественных радионуклидов ва-

Таблица 1

**Средние значения концентраций радионуклидов для различных слоев послонных проб почвы
хвостохранилища СГХК, Бк/кг**

Слой	⁴⁰ K	²³² Th	²²⁶ Ra	²¹⁰ Pb	²³⁸ U	²³⁵ U
A (0–5 см)	473 ± 14	341 ± 10	389 ± 10	650 ± 42	32 ± 8	35 ± 9
B (5–10 см)	523 ± 19	119 ± 15	94 ± 12	139 ± 13	27 ± 6	10 ± 2
C (10–20 см)	546 ± 37	79 ± 15	47 ± 13	67 ± 15	28 ± 6	6 ± 1
D (20–30 см)	5423 ± 288	64 ± 5	34 ± 9	48 ± 5	29 ± 7	4 ± 1

Таблица 2

Содержание радионуклидов в пробах растительности, Бк/кг [6]

Место отбора проб растений	²³⁸ U	²²⁶ Ra	²³⁰ Th	²¹⁰ Pb	²¹⁰ Po
Северо-вост. часть за СЗЗХ	2,08 ± 0,60**	14,02 ± 4,64*	11,43 ± 5,50*	6,08 ± 1,22*	3,35 ± 0,42*
Условно-контрольный участок	0,14 ± 0,08	0,09 ± 0,05	0,21 ± 0,14	2,14 ± 0,17	0,22 ± 0,02

Примечание: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Таблица 3

Содержание радионуклидов в воде, (Бк/л)

Название водоема	²³⁸ U	²²⁶ Ra
Водоем Маньбайского тальвега	3,17 ± 1,02*	0,04 ± 0,01
Водоем Сулукамынского тальвега	3,95 ± 0,70*	0,16 ± 0,05*
Контроль	< 0,5	0,03 ± 0,01

Примечание: * – достоверность различия результатов по сравнению с контролем $p \leq 0,001$

рирует в очень широких пределах. Наиболее высокие значения отмечены в пробах, отобранных непосредственно на территории хвостохранилища СГХК. Измеренные данные находятся в следующих диапазонах: 250–1300 Бк/кг для ²³²Th, 550–5300 Бк/кг для ²²⁶Ra, 900–7000 Бк/кг для ²³⁸U и 30–180 Бк/кг для ²³⁵U. За пределами ограждения хвостохранилища наиболее высокие значения фиксируются на территории аномального участка, прилегающего к хвостохранилищу с северной стороны, где значения удельной активности для ²²⁶Ra, ²³²Th и ²¹⁰Pb достигают величин 1500–2000 Бк/кг. Обобщенные результаты изучения вертикального распределения радионуклидов, проведенного по данным анализа послонных проб, приведены в табл. 1.

Изучение характера вертикального распределения различных радионуклидов в почвенном слое позволяет определить основной способ поступления радионуклидов в почву. Так, для радионуклидов ²²⁶Ra и ²¹⁰Pb отмечается выраженный экспоненциальный вид вертикального распределения с максимальной концентрацией в поверхностном слое и резким ее уменьшением по мере увеличения глубины отбора пробы. Экспоненциальное распределение является характерным для загрязнений, поступление которых в почву обусловлено атмосферными выпадениями. Основным механизмом поступления ²²⁶Ra и ²¹⁰Pb является ветровая эрозия поверхности хвостохранилища и последующий пылеперенос.

Изменения радионуклидного состава в пробах растений (разнотравье), собранных за СЗЗХ в северо-восточном направлении, показали, что концентрация ²³⁸U и ²¹⁰Po – в 15 раз, ²²⁶Ra – в 155 раз, ²³⁰Th – в 54 раза, ²¹⁰Pb – в 3 раза превышает показатели условно-контрольного участка [6] (табл. 2).

Проведены исследования открытого водоема Маньбайского тальвега, расположенного в 2,6 км восточнее хвостохранилища СГХК, а также открытого водоема Сулукамынского тальвега, расположенного в 1,5 км севернее хвостохранилища СГХК. Показано, что МАЭД ГИ в прибрежной части Маньбайского и Сулукамынского тальвегов, расположенных возле хвостохранилища СГХК, превышает фоновый уровень до четырех раз.

Радиохимические анализы показали, что в пробах воды Сулукамынского тальвега концентрация ²³⁸U и ²²⁶Ra в 21 и 4 раза превышает контрольный уровень соответственно. В пробах воды Маньбайского тальвега удельная активность ²³⁸U в 28 раз превышает контрольное значение (табл. 3).

Радиационная обстановка в населенных пунктах, находящихся в зоне влияния хвостохранилища СГХК

Проведены автомобильная и пешеходная радиометрическая съемка на территории населенных пунктов, прилегающих к хвостохранилищу СГХК и по улицам населенных пунктов, а также измерения радиационных параметров в жилых и административных помещениях. При исследованиях прилегающей территории хвостохранилища в юго-западном и южном направлении в сторону населенных пунктов Аксу, Заводской и Кварцитка значительных изменений радиационного фона не отмечено. МАЭД ГИ колеблется от 0,09 до 0,12 мкЗв/ч и от 0,11 до 0,13 мкЗв/ч соответственно, при фоновом значении для данной местности до 0,09 мкЗв/ч.

В процессе проведения гамма-съемки на территории населенного пункта Аксу обнаружено 5 локальных участков с площадью от 25 до 1000 м² с МАЭД ГИ от 0,39 до 0,86 мкЗв/ч. Локальный участок № 1 с уровнем гамма-излучения от 0,44 до 0,62 мкЗв/ч,

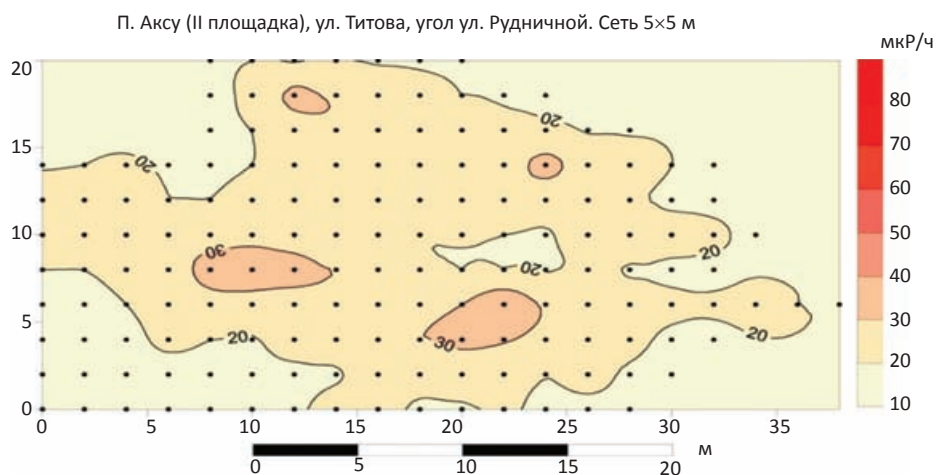


Рис. 3. Локальный участок в п. Аксу

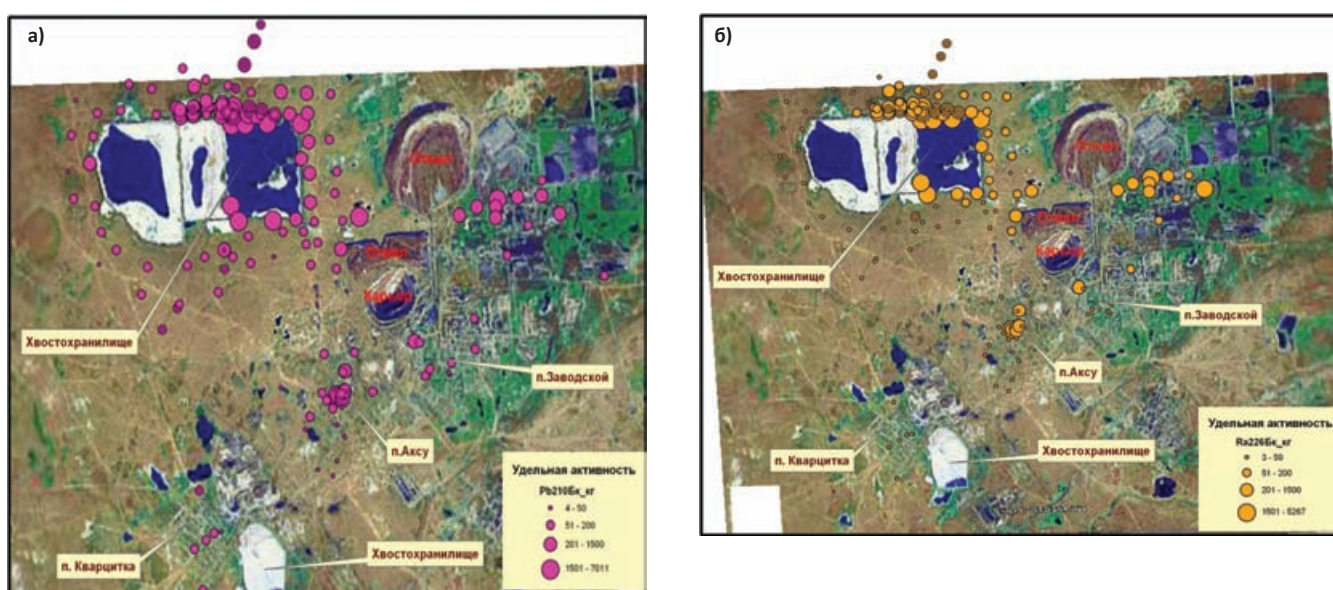


Рис. 4. Площадное распределение удельной активности ^{226}Ra (а) и ^{210}Pb (б)

с площадью 56 м² находится по улице Сатпаева, д. 19–21. Локальный участок № 2 с уровнем МАЭД ГИ от 0,49 до 0,63 мкЗв/ч, с площадью 25–100 м² находится в районе средней школы; локальный участок № 3 – на перекрестке улиц Титова и Рудничной с уровнем МАЭД ГИ от 0,39 до 0,72 мкЗв/ч, с площадью 25–1000 м² (рис. 3). Локальный участок № 4 с МАЭД ГИ от 0,68 до 0,70 мкЗв/ч, с площадью 25–1000 м² – на улице Рудничной; локальный участок № 5 – на улице Сатпаева, пересечение с дорогой, с МАЭД ГИ от 0,80 до 0,86 мкЗв/ч. Часть пятен расположена вблизи средней школы.

Среди всех источников естественной радиоактивности основной вклад в годовую эффективную дозу вносит радиоактивный газ радон. Содержание радона в годовой эффективной дозе составляет не менее 50 % от всех источников естественной радиации [13].

В населенном пункте Аксу из 42 обследованных помещений в 22 случаях выявлено повышение концентрации радона до четырех раз по сравнению с ПДК. В 9 кабинетах первого этажа средней школы значение эквивалентной равновесной объемной ак-

тивности (ЭРОА) района превышало ПДК в 1,5–10 раз, при норме 200 Бк/м³. В подвальных помещениях средней школы и погребях жилых домов ЭРОА района варьирует в диапазоне от 130 до 5870 Бк/м³.

Нами проведено измерение воздуха на запыленность и объемную активность (ОА) долгоживущих альфа-активных радионуклидов (ДАН) в населенных пунктах Заводской и Аксу (табл. 4).

Результаты показывают, что допустимая объемная активность ДАН и запыленность на территории населенных пунктов Аксу и Заводской безветренное время суток находятся в пределах допустимых значений.

В Аксу наиболее высокие концентрации радионуклидов зарегистрированы в пробах почвы, отобранных в районе школы и на ул. Рудничной, где концентрации естественных радионуклидов достигают 1500 Бк/кг по ^{232}Th и ^{226}Ra , содержание ^{210}Pb превышает 2000 Бк/кг (рис. 3).

На рис. 4 приведены распределения ^{226}Ra и ^{210}Pb по площадям, изображенные в виде градуированных символов, диаметры которых соответствуют величинам измеренных значений.

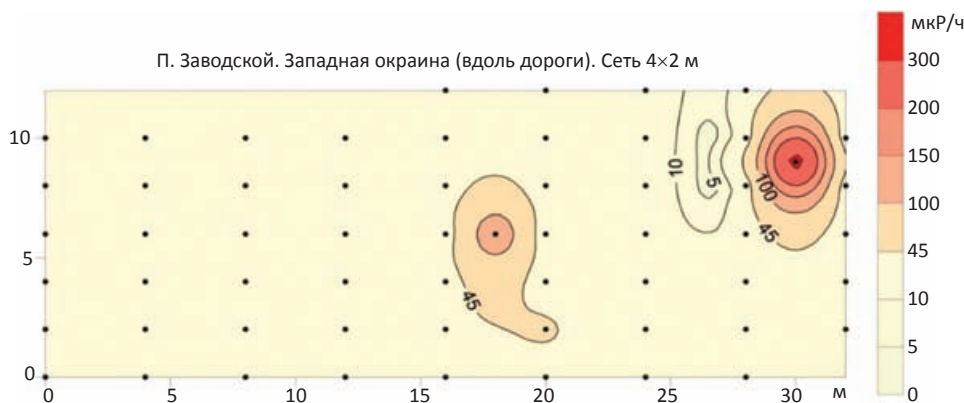


Рис. 5. Локальные участки в п. Заводской

В поселке Заводской МАЭД ГИ варьирует от 0,08 до 0,42 мкЗв/ч. Выявлены два участка с повышенными уровнями интенсивности гамма-излучения:

- в западной окраине поселка Заводского с МАЭД ГИ до 1,50 мкЗв/ч площадью 4×2 м (рис. 5);
- по ул. Гагарина, в 40 м от д. 33 в сторону автостоянки, с уровнем гамма-излучения 0,53 мкЗв/ч площадью 25–100 м².

Значения МАЭД ГИ на территории п. Кварцитки варьируют от 0,07 до 0,14 мкЗв/ч, что соответствует фоновым уровням для данной местности.

Уровень ЭРОА района в частных и административных секторах поселков Заводской и Кварцитка находится в пределах допустимого уровня.

На западной окраине поселка Заводской загрязнение обусловлено грунтом, которым произведена отсыпка участка. В грунте обнаружено до 300 Бк/кг ²³²Th и ²²⁶Ra и более 300 Бк/кг ²¹⁰Pb.

В табл. 5 приведены сведения о характерном диапазоне значений МАЭД ГИ внутри помещений и на открытом воздухе. Без учета локальных участков с повышенным значением МАЭД ГИ, ее значение находится в диапазонах 0,06–0,18 мкЗв/ч в помещениях и 0,07–0,13 мкЗв/ч на местности.

По данным авторов, в уранодобывающих регионах РК было выявлено значительное количество родников и колодцев, используемых для водоснабжения, с высокими концентрациями естественных радионуклидов. В питьевой воде отдельных населенных пунктов удельная активность ²³⁸U достигает до 96 Бк/л, ²²⁶Ra – до 45 Бк/кг, ²²⁸Ra – до 4,2 Бк/кг и ²²²Rn – до 5100 Бк/кг [14, 15].

Население поселков Аксу, Заводской и Кварцитка использует привозную воду из города Степногорска. В некоторых частных домах поселков Аксу и Заводской имеются колодцы, вода которых используются в пищу

Таблица 4

Измерение объемной активности ДАН и запыленности воздуха населенных пунктов

Место отбора пробы воздуха	ОА ДАН, мБк/м ³	Запыленность, мг/м ³
Поселок Заводской, стадион, точка 1	<0,3	0,10
Поселок Заводской, стадион, точка 2	0,98	0,08
Поселок Заводской, стадион, точка 3	0,30	0,06
Поселок Аксу	0,57	0,02
Предельно допустимая концентрация	17	0,50

Таблица 5

Значение МАЭД ГИ в помещениях и на открытой местности в обследованных населенных пунктах, мкЗв/ч

Населенный пункт	Диапазон значений мощности дозы, мкЗв/ч			
	Жилые дома	Детские учреждения	Общественные здания	Открытая местность
п. Кварцитка	0,06–0,12	–	0,06–0,12	0,07–0,11
п. Аксу	0,08–0,16	–	0,08–0,16	0,09–0,11
п. Заводской	0,07–0,12	0,06–0,12	0,07–0,12	0,09–0,13

Таблица 6

Удельная активность естественных радионуклидов в пробах питьевой воды, Бк/л

Место отбора проб	²³⁸ U	²²⁶ Ra	²¹⁰ Po	²¹⁰ Pb
Аксу, ул. Абая (колодец)	0,22 ± 0,06	0,04 ± 0,01	0,28 ± 0,08	0,28 ± 0,06
Аксу, южная окраина (колодец)	0,13 ± 0,03	0,03 ± 0,01	0,29 ± 0,08	0,29 ± 0,08
Аксу (привозная вода)	0,50 ± 0,14	0,02 ± 0,005	0,01 ± 0,002	0,10 ± 0,02
Аксу (привозная вода)	0,50 ± 0,12	0,02 ± 0,004	0,01 ± 0,001	0,10 ± 0,02
Заводской, ул. Гагарина, 25 (колодец)	0,19 ± 0,05	0,03 ± 0,01	0,20 ± 0,04	0,20 ± 0,05
Заводской, ул. Алтынсарина, 17 (колодец)	0,28 ± 0,06	0,07 ± 0,01	0,28 ± 0,06	0,28 ± 0,07
Уровень вмешательства по нормативам [16]	3,1	0,5	0,12	0,2

и для хозяйственных нужд. Нами исследованы пробы привозной воды, а также вода из этих колодцев. Из общего количества отобранных проб воды из колодцев поселков Аксу и Заводской содержание ²¹⁰Po превышает в два раза уровень вмешательства по нормативам (табл. 6).

Расчет годовой эффективной дозы для различных групп населения

По данным НКДАР ООН, индивидуальная годовая эффективная доза для населения от природных источников составляет в среднем ~2,8 мЗв, при типичном диапазоне доз естественного радиационного фона в пределах 1–10 мЗв. Следует отметить, что за последнее десятилетие НКДАР ООН повысил оценку средней годовой эффективной дозы облучения от естественных источников до 0,4 мЗв за счет увеличения вклада от всех компонентов естественного радиационного фона, главным образом за счет внутреннего облучения от вдыхания радона [10].

Расчет вероятной годовой эффективной дозы по собственному сценарию проведен для населения поселков Аксу, Заводской и Кварцитка. В этом сценарии рассматривалась застройка загрязненного участка под домашнее хозяйство. Учитывалось, что каждый дом занимает площадь 100–200 кв. м с приусадебным участком площадью 50–100 кв. м. Годовая эффективная доза для человека, живущего в доме на загрязненном участке, может быть выражена как сумма эффективных доз по каждому рассматриваемому пути облучения. Для получения оценки дозовой нагрузки внутреннего облучения от продуктов питания, произведенных на загрязненной территории, необходимо иметь информацию об объеме годового потребления продуктов питания (растениеводческая продукция: корне-клубнеплоды, плодовые культуры, овощи, отдельно листовые овощи). Нами проведен опрос населения, проживающего на загрязненных участках, позволивший уточнить параметры пищевой корзины. Оказалось, что население не выращивает растениеводческую продукцию. Для упрощения работы по оценке дозовых нагрузок нами не учитывались дозы внутреннего облучения от привозных продуктов питания.

Таблица 7

Время, проведенное под воздействием загрязнения по домашнему сценарию

Фактор	Ед. изм.	Значение
Время, проведенное внутри дома	час/год	7100
Время, проведенное на открытом воздухе на загрязненном участке	час/год	788

Таблица 8

Дозы внутреннего облучения от потребления молочной и мясной продукции, мЗв/год

Населённый пункт	²³⁸ U	²¹⁰ Po	²²⁶ Ra	²³⁰ Th	²¹⁰ Pb	Σ
	Молочная продукция					
Заводской	2,16 × 10 ⁻⁵	1,6 × 10 ⁻⁴	9,9 × 10 ⁻⁵	2,21 × 10 ⁻⁵	6,5 × 10 ⁻⁵	0,4
Аксу	4,7 × 10 ⁻⁶	4,75 × 10 ⁻⁴	8,1 × 10 ⁻⁵	2,21 × 10 ⁻⁵	6,5 × 10 ⁻⁵	0,65
Мясная продукция						
Заводской	0,011	0,044	0,063	0,017	0,58	0,71
Аксу	0,017	0,063	0,042	0,012	0,13	0,26

Годовая эффективная доза человека, живущего в доме на загрязненном участке, может быть выражена как сумма эффективных доз по каждому рассматриваемому пути облучения:

$$D_{\text{дом.}} = D_{\text{внеш.}} + D_{\text{инг.радионук.}} + D_{\text{инг.ДПР радон}} + D_{\text{конт.загр.}}$$

где $D_{\text{дом.}}$ – эффективная доза человека, живущего в доме, построенном на загрязненной земле, Зв/год, $D_{\text{внеш.}}$ – эффективная доза от внешнего облучения от загрязненной поверхности почвы, Зв/год, $D_{\text{инг.радионук.}}$ – эффективная доза от ингаляционного поступления радионуклидов, Зв/год, $D_{\text{инг.ДПР радон}}$ – эффективная доза от ДПР радона; $D_{\text{конт.загр.}}$ – эффективная доза от соприкосновения и дальнейшего перехода радионуклидов в организм через пищеварительный тракт, Зв/год.

Продолжительность облучения для жильцов дома представлены в табл. 7.

При потреблении воды с соблюдением санитарно-эпидемиологических требований к источникам воды, доза для населения от радиоактивности питьевой воды не превысит 0,1 мЗв в год.

Ранее было установлено, что годовая эффективная доза внутреннего облучения от употребления молочной и мясной продукции населения поселков Аксу и Заводской составляет 0,91 мЗв и 1,11 мЗв соответственно (табл. 8) [17, 18].

Естественный радиационный фон по регионам Казахстана весьма различается, в среднем он составляет 3,1 мЗв/год. Еще порядка 1,1 мЗв добавляется от медицинских процедур. Таким образом, суммарная доза природного и искусственного облучения в среднем на одного человека в Казахстане составляет около 4 мЗв, что в полтора раза выше мирового уровня [19]. Проведенные расчеты показали, что вероятная годовая эффективная доза для населения поселков Заводской и Кварцитка составляет 2,4 мЗв и 2,2 мЗв в год, что не превышает дозу облучения от естественного фона в Казахстане. В населенном пункте Аксу среднее значение МАЭД ГИ внутри помещений варьирует от 0,06 до 0,18 мкЗв/ч, на открытом воздухе – от 0,07 до 0,13 мкЗв/ч, а на локальных участках составляет 0,39–0,86 мкЗв/ч, т.е. превышает радиационный фон на данной местности в два и более раз. С учетом доли времени пребывания населения в помещении и на от-

крытом воздухе 0,2 и 0,8 соответственно, вероятные дозовые нагрузки от природного внешнего облучения могут варьировать от 0,82 до 1,0 мЗв в год. С учетом времени пребывания населения на локальных участках с повышенным значением МАЭД ГИ ожидаемая дополнительная дозовая нагрузка от загрязненной поверхности составляет 2,63 мЗв/год. Вероятное внутреннее облучение за счет ингаляционного поступления дочерних продуктов радона для населения п. Аксу составляет 3,90 мЗв/год.

Причиной высокого значения дозы от дочерних продуктов радона в жилых помещениях может быть использование запрещенных стройматериалов либо наличие геологических зон с интенсивным выходом радона. Локальные участки, выделенные по высоким радиационным параметрам, требуют обследования с последующей рекультивацией и мониторингом.

Заключение

Результаты полевых и лабораторных аналитических исследований свидетельствуют о наличии негативного влияния хвостохранилища СГХК на окружающую среду прилегающих территорий, выражающегося в загрязнении почвы, воды и растительности радионуклидами.

На территории населенного пункта Аксу выявлены пять локальных участков с площадью от 25 до 1000 м², с мощностью дозы гамма-излучения от 0,39 до 0,86 мкЗв/ч. В пробах почвы, отобранных с аномальных участков, содержание ²²⁶Ra, ²³²Th и ²¹⁰Pb доходит до 1000 Бк/кг. Характер аномальных участков на территории населенного пункта Аксу исключает происхождение их от хвостохранилища СГХК и, вероятно, связан с использованием в дорожном строительстве материалов 3-го класса по санитарно-гигиеническим нормативам.

Вероятная годовая эффективная доза для населения, проживающих на радиоактивно-аномальных участках п. Аксу, составляет ~6,5 мЗв/год, при норме 1 мЗв/год от техногенных источников облучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kazymbet P.K., Seisebaev A.T. Problems of the complex assessment of radiobioecological situation and public health in uranium-extraction region of Kazakhstan // Радиационная биология. Радиоэкология. 2002. Т. 42. № 6. С. 750–753.
2. Язиков В.Г. Урановые ресурсы Республики Казахстан // Уран и ядерная энергетика. – Лондон. 1993. С. 132–1137.
3. Язиков В.Г. Геолого-промышленные типы месторождений урана Республики Казахстана и перспективы вхождения на мировой рынок. – М.: Дисс. канд. геол.-минерал. 1995. 65 с.
4. Постановление Правительства Республики Казахстан «Об утверждении Программы консервации уранодобывающих предприятий и ликвидации последствий разработки урановых месторождений на 2001–2010 годы»: утверждено

25 июля 2001 г. № 1006 // Юрист-справочная правовая система. 2002.

5. <http://www.kazatomprom.kz/ru/content/kompaniya/deyatelnost/dobycha-prirodnogo-urana> (Дата обращения: 12.04.2017)
 6. Казымбет П.К., Имашева Б.С., Бахтин М.М. Радиоэкологическое состояние природных объектов вокруг уранодобывающих предприятий Акмолинской области // Мед. радиол. и радиац. безопасность. 2006. Т. 53. № 3. С. 22–27.
 7. Казымбет П.К., Бахтин М.М., Имашева Б.С. Оценка эффективной дозы от внешнего облучения населения некоторых районов Северного Казахстана // Астана медициналык журналы. 2006. № 4. С. 12–19.
 8. Oatway W.B., Mobbs S.F. Methodology for estimating the doses to members of the public from the future use of land previously contaminated with radioactivity. – NRPB, Chilton. 2003. 145 pp.
 9. Оценка индивидуальных эффективных доз облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения. Метод. указания 2.6.1.1088-02. М. 2002. 22 с.
 10. United Nations. Sources and Effects of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. 1993 Report to the general assembly, with Annexes. United Nations sales publication E.88.IX.7. – United Nations. New York. 1993
 11. Источники и эффекты ионизирующего излучения. Отчет НКДАР ООН 2000 г. Генеральной Ассамблее с научными приложениями. – М.: РАДЭКОН. 2002. Т. 1. 216 с.
 12. Материалы работы комиссии по изучению состояния радиационной обстановки на рудоуправлениях Целинного горно-химического комбината (ЦГХК). – Алматы: Агентство по атомной энергии РК. 1993. 20 с.
 13. Севостьянов В.Н. Проблема радонобезопасности в Казахстане. – Алматы. 2004. 212 с.
 14. Ефремов Г.Ф. Гидрогеологическое обследование мелпалеогенных водоносных горизонтов, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения в Сузакском районе ЮКО с целью оценки загрязнения радионуклидами (программа 46, подпрограмма 30): Отчет экологической партии КГЭ-39. – Алматы: ОАО «Волковгеология». 2001. 76 с.
 15. Берикболов Б.Р. Ликвидация и консервация 32 самоизливающих скважин с повышенным содержанием радионуклидов на территории Сузакского района ЮКО: отчет ОАО «Волковгеология». – Алматы. 2002. 272 с.
 16. Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности». Постановление Правительства РК № 202 от 03.02.2012.
 17. Казымбет П.К., Имашева Б.С. Содержание радионуклидов и тяжелых металлов в молоке крупного рогатого скота из уранодобывающих регионов Северного Казахстана // Астана мед. журналы. 2005. № 3. С. 18–21.
 18. Имашева Б.С. Пути перехода естественных радионуклидов и тяжелых металлов по пищевым цепям в уранодобывающих регионах // Вестник науки Казахского гос. агротех. ун-та им. С. Сейфуллина. 2007. № 4 (47). С. 160–164
 19. Учебно-методическое руководство по радиоэкологии и обращению с радиоактивными отходами для условий Казахстана. – Алматы. АО «Волковгеология». 2002. 306 с.
- Для цитирования:** Казымбет П.К., Бахтин М.М., Кашкинбаев Е.Т., Джанабаев Д., Даутбаева Ж.С., Шарипов М.К. Радиационная обстановка на хвостохранилище Степногорского горно-химического комбината и прилегающих территориях. Сообщение I // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2018. Т. 63. № 1. С. 40–47.
DOI: 10.12737/article_5a855c9d95ff69.76703405

DOI: 10.12737/article_5a855c9d95ff69.76703405

Radiation Situation at the Tailing Dump of the Stepnogorsk Mining-Chemical Combine and Adjacent Territories. Message I

P.K. Kazymbet, M.M. Bakhtin, E.T. Kashkinbaev, D. Janabaev, Zh.S. Dautbaeva, M.K. Sharipov

Institute of Radiobiology and Radiation Protection of JSC “Astana Medical University”, Astana, Republic of Kazakhstan.
E-mail: p.kazymbet@mail.ru

P.K. Kazymbet – Director, Dr. Sc. Med., Prof., IAEA expert, Vice-president of Asian Association of Radiation Research, Full Member of the New York Acad. of Sci.; M.M. Bakhtin – Deputy Director, Dr. Sc. Biol., Prof.; E.T. Kashkinbaev – Chief Researcher, PhD Med.; D. Janabaev – Head of Dep., PhD Med.; Zh.S. Dautbaeva – Postdoctoral Student, PhD.; M.K. Sharipov – Head of Lab., Master

Abstract

Purpose: Assessment of the radiation situation at the tailing dump of the Stepnogorsk Mining-Chemical Combine (SMCC) and the settlements around.

Material and methods: The tailing dumps of the SMCC and the settlements near located of Aksu, Kvartsytka and Zavodskaya were objects of the radioecological research. Field expedition studies were performed during the summer period and consisted in carrying out a detailed gamma survey of the territory of the investigated objects and settlements, sampling of surface waters, vegetation, surface and layered soil samples. In settlements, along with sampling and studying the gamma background, the equivalent equilibrium volume activity of radon daughters in residential and industrial premises was determined. To determine the concentrations of the studied radionuclides a background was selected, within which the levels of their global deposition were studied. To calculate the individual effective radiation dose of the population the National Radiation Protection Board methodology was used as the basis.

Results: In the northern part of the tailing dump of the SMCC in the adjoining territory, a radioactive contamination site was found where the specific activity values for ^{226}Ra , ^{232}Th and ^{210}Pb reach values of 1500–2000 Bq/kg. On the territory of the Aksu settlement, 5 local areas with the area from 25 to 1000 m² were found, with the intensity of ambient dose equivalent of gamma radiation from 0.39 to 0.86 μSv/h. In the Zavodskaya village, two areas with increased levels of gamma radiation intensity were identified.

Conclusion: The obtained results of field work and laboratory analytical studies testify to the negative impact of the tailing dump of the SMCC on the environment of adjacent territories, expressed in contamination of soil, water and vegetation with radionuclides. The nature of the abnormal areas on the territory of the settlements of Aksu and Zavodskaya excludes their origin from the tailing dump of the SMCC. The appearance of these areas of contamination may be due to the use of materials of the 3rd class in sanitary and hygienic standards for improvement and road construction. The probable annual effective dose for the population living in the radioactive local areas of the Aksu ~6.5 mSv/year, at the normal rate of 1 mSv/year from man-made radiation sources.

Key words: uranium, gamma radiation, intensity of ambient dose equivalent, equivalent equilibrium volumetric activity of radon, radionuclides, mining-chemical combine

REFERENCES

- Kazymbet PK, Seisebaev AT. Problems of the complex assessment of radiobiological situation and public health in uranium-extraction region of Kazakhstan. *Radiation Biology. Radioecology.* 2002;42(6):750–753.
- Yazikov VG. Uranium Resources of the Republic of Kazakhstan. *Uranium and Nuclear Power.* – London. 1993. P. 132–1137. (In Russ.)
- Yazikov VG. Geological and industrial types of uranium deposits of the Republic of Kazakhstan and prospects of entering the world market. – Moscow: Diss. Cand. Geol.–mineral. 1995. 65 pp. (In Russ.)
- Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan «On approval of the Conservation Program for uranium mining enterprises and liquidation after the development of uranium deposits for 2001–2010»: approved on July 25, 2001 No. 1006. Lawyer-reference legal system. 2002. (In Russ.)
- <http://www.kazatomprom.kz/ru/content/kompaniya/deyatelnost/dobycha-prirodnogo-urana> (12.04.2017)
- Kazymbet PK, Imasheva BS, Bakhtin MM. Radioecological state of natural objects around uranium mining enterprises of Akmola region. *Medical Radiology and Radiation Safety.* 2006;53(3):22–27. (In Russ.)
- Kazymbet PK, Bakhtin MM, Imasheva BS. Estimation of the effective dose from external exposure of the population of some regions of Northern Kazakhstan. *Astana medical journals.* 2006(4):12–19. (In Russ.)
- Oatway WB, Mobbs SF. Methodology for estimating the doses to members of the public from the future use of land previously contaminated with radioactivity. – NRPB, Chilton. 2003. 145 pp.
- Evaluation of individual effective doses of population exposure due to natural sources of ionizing radiation. *Methodological Guidelines.* 2.6.1.1088-02. M. 2002. 22 pp. (In Russ.)
- United Nations. Sources and Effects of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. 1993 Report to the general assembly, with Annexes. United Nations sales publication E.88.IX.7. – United Nations. New York. 1993
- Sources and effects of ionizing radiation. UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly with scientific annexes. – Moscow: RADEKON. 2002;1. 216 pp. (In Russ.)
- Materials of the work of the Commission for studying the state of radiation situation at the mining plant administration of the Tselinny Mining-Chemical Combine. – Almaty: Atomic Energy Agency of the Republic of Kazakhstan. 1993. 20 pp. (In Russ.)
- Sevostyanov VN. The problem of radon safety in Kazakhstan. – Almaty. 2004. 212 pp. (In Russ.)
- Efremov GF. Hydrogeological survey of cretaceous-paleogenic aquifers used for domestic and drinking water supply in the Suzaksky District of the South Kazakhstan Region for the purpose of assessing contamination with radionuclides (program 46, sub-programme 30): report of the environmental party CGE-39. – Almaty: JSC Volkovgeology. 2001. 76 pp. (In Russ.)
- Berikbolov BR. Elimination and conservation of 32 self-draining wells with increased radionuclide content in the territory of the Suzak region of the South Kazakhstan Region: JSC Volkovgeology report. – Almaty. 2002. 272 pp. (In Russ.)
- Sanitary rules «Sanitary-epidemiological requirements for ensuring radiation safety». Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan No. 202 of 03.02.2012. (In Russ.)
- Kazymbet PK, Imasheva BS. The content of radionuclides and heavy metals in milk of cattle from uranium-mining regions of Northern Kazakhstan. *Astana medical journals.* 2005(3):18–21. (In Russ.)
- Imasheva BS. Ways of transition of natural radionuclides and heavy metals along food chains in uranium-mining regions. *Bulletin of Science of Saken Seifullin Kazakh AgroTechnical university* 2007. № 4(47):160–164 (In Russ.)
- Methodological guidance on radioecology and radioactive waste management for the conditions of the Republic of Kazakhstan. – Almaty. JSC Volkovgeology. 2002. 306 pp. (In Russ.)

For citation: Kazymbet PK, Bakhtin MM, Kashkinbaev ET, Janabaev D, Dautbaeva ZhS, Sharipov MK. Radiation Situation at the Tailing Dump of the Stepnogorsk Mining-Chemical Combine and Adjacent Territories. Message I. *Medical Radiology and Radiation Safety.* 2018;63(1):40–47. (In Russ.). DOI: 10.12737/article_5a855c9d95ff69.76703405