

<https://doi.org/10.52676/1729-7885-2024-1-63-72>

УДК 528.013:553.495 (574.22)

РЕКОГНОСЦИРОВОЧНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНСЕРВИРОВАННЫХ УРАНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ И НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

С. Б. Субботин*, П. Е. Кривицкий, Н. В. Ларионова, А. К. Айдарханова, А. С. Мамырбаева,
Ж. Е. Тлеуканова, И. А. Александрович, М. В. Скрипников, И. А. Бачурина, Р. Г. Ермакова

Филиал «Институт радиационной безопасности и экологии» РГП НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан

*E-mail для контактов: subbotin@nnc.kz

В работе приводятся данные рекогносцировочного (предварительного) радиационного обследования законсервированных уранодобывающих предприятий (ЗУДП) и прилегающих к ним населенных пунктов в южной части Северо-Казахстанской области (СКО). Показано, что по уровню значений мощности эквивалентной дозы (МЭД) участки расположения ЗУДП при периодическом пребывании населения на данных участках радиационной опасности не представляют. Исключение составляет ЗУДП Грачевское, где при обследовании значения МЭД достигали до 14 мкЗв/ч. В населенных пунктах значения МЭД варьировали от 0,1 до 0,5 мкЗв/ч. Повышенные значения отмечены на трассах автодорог. Было установлено существенное превышение установленных нормативных значений ЭРОА радона в п. Токсан би. Незначительное превышение ЭРОА радона обнаружено в п. Новоукраинка. В источниках питьевого водоснабжения обнаружено превышение содержания ^{238}U до 4 ПДК. В природных водах также выявлены превышения по ^{238}U до 5 ПДК. По суммарной альфа-активности отмечены превышения на уровне до 15 ПДК. В природных водах отмечено превышение до 10 ПДК. По результатам анализа данных, полученных при рекогносцировочном обследовании, для детального обследования выбраны ЗУДП Грачевское и населенный пункт Новоукраинка.

Ключевые слова: законсервированные уранодобывающие предприятия, радиационное обследование, мощность эквивалентной дозы, предельно допустимая концентрация, удельная активность.

ВВЕДЕНИЕ

В результате экологически разрушительных действий, производимых в процессе освоения природных ресурсов в земных недрах, происходит значительное ухудшение экологической обстановки в промышленных районах. В этой связи, возникает экологическая проблема радиоактивного загрязнения районов расположения отработанных урановых шахт и рудников, которая последние десятилетия широко обсуждается в научных кругах и обществе. На месте отработок возникают бесплодные индустриальные пустыни, очаги эрозии, источники загрязнения атмосферы, воды и почвы на окружающей их территории.

Особое опасение вызывают условия, в которых находятся жители, проживающие в населенных пунктах вблизи законсервированных урановых рудников: наличие повышенного содержания радионуклидов в природной среде, сформированное в результате деятельности рудника, повышенная радоноопасность территории, наличие полей гамма-излучения в местах расположения залежей урана. Все это негативно влияет на окружающую среду, здоровье настоящего и будущего поколений.

В Северном Казахстане сосредоточены основные запасы урана эндогенных (гидротермальных) месторождений, где до середины 90-х годов осуществлялась отработка 12 урановых месторождений. К середине 90-х годов, вследствие обвального падения цен на продукцию уранодобывающих предприятий и последовавшей затем остановки производства, практи-

чески все пункты хранения отходов предприятий (рудников), осуществлявших горно-шахтную отработку урановых месторождений, оказались безнадзорными. Радиоактивные отходы урановой горнодобывающей отрасли, в процессе деятельности которой добыто свыше 80 тыс. т урана, составляют 222 млн т с суммарной активностью порядка 251 тыс. Кюри. Большую их часть составляют отходы горно-химических предприятий: только в хвостохранилище Прикаспийского горно-металлургического комбината накоплено 173 млн т активностью 187 тыс. Кюри [1].

С целью обеспечения безопасности природной среды и населения, в рамках программы «Консервация уранодобывающих предприятий и ликвидация последствий разработки урановых месторождений на 2001–2010 гг.» урановые рудники были законсервированы Республиканским государственным предприятием «Уранликвидрудник». На данное предприятие была возложена обязанность по осуществлению наблюдения и периодического радиационного контроля рекультивированных объектов, а также осуществление восстановительных работ по их целостности. Однако, в 2010 году в связи с прекращением деятельности РГП «Уранликвидрудник», мониторинговые исследования и производственный контроль на промышленных площадках рудников остановлены и более не проводятся.

Ситуация существенно осложнена тем, что вокруг урановых рудников СКО сегодня не осталось ограждений и знаков радиационной опасности, дороги для

въезда на их территорию открыты. В районе расположения таких объектов население самовольно производит выпас скота, разбирает сооружения для использования стройматериалов в хозяйственных целях, дети с ближайших сел играют в заброшенных сооружениях, которые могут иметь радиоактивное загрязнение. Кроме того, т. к. управление ресурсами на территории бывших рудников отсутствует, возможно загрязнение подземных вод вследствие их неконтролируемого поступления в горные выработки. Соответственно, водная среда может стать еще одним источником распространения радиоактивного загрязнения на близлежащие земли.

Для решения проблемы заброшенных рудников необходимо, в первую очередь, провести радиационное обследование территорий расположения законсервированных уранодобывающих предприятий (ЗУДП) и населенных пунктов, расположенных в зоне их влияния. Далее, основываясь на результатах таких исследований, можно будет обоснованно провести работы по ликвидации источников возможного радиоактивного загрязнения территории и разработать все необходимые меры по реабилитации данных территорий.

Основной задачей данной работы являлось проведение оценки влияния ЗУДП на радиационную об-

становку населенных пунктов и по результатам рекогносцировочного (предварительного) обследования выбрать ЗУДП и населенный пункт для детальных изысканий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объекты исследования

В качестве объектов для проведения рекогносцировочного обследования было выбрано 6 ЗУДП (Викторовское № 28, Восход № 30, Шолпакское № 32, Молодежное № 78, Грачевское и Косачиное) и 5 населенных пунктов, расположенных на прилегающих к ЗУДП территориях. Схема расположения ЗУДП и населенных пунктов показана на рисунке 1.

Северо-Казахстанский регион на территории области представлен тремя структурно-металлогеническими зонами. Ишимско-Балкашинская урановорудная зона расположена на крайнем юго-западе области и простирается широтно. В пределах этой зоны располагаются 25 месторождений четырех урановорудных узлов. Ишимский рудный узел расположен в Акмолинской области на границе с СКО, включает два мелких по масштабам месторождения (Ишимское, Центральное) и Шетыркульское рудопроявление. Месторождения отработаны.

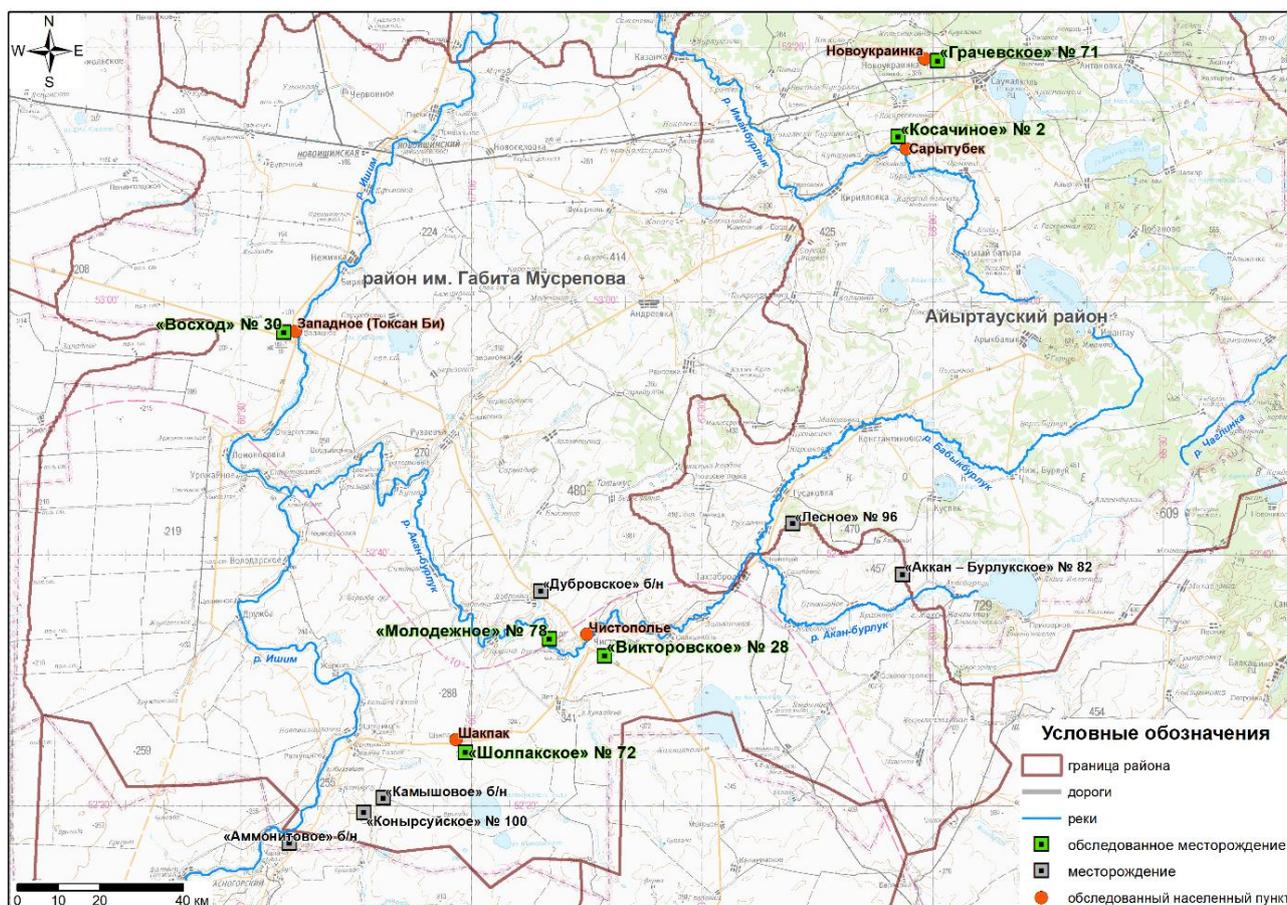


Рисунок 1. Схема расположения обследованных ЗУДП и населенных пунктов

Шокпак-Камышовый рудный узел расположен у границы с Акмолинской областью в 35 км юго-западнее райцентра Чистополье. Он объединяет месторождение Шокпакское (ныне отработанное) и Камышовое (законсервировано), а также ряд рудопоявлений – Прохладное, Анатольевское, Изотопное и другие. Чистопольский рудный узел своё наименование получил по названию райцентра, расположенного в пределах его площади. Здесь были выявлены месторождения Молодёжное, Дубровское, Викторовское. Балансовые запасы месторождения Камышовое 20,3 тыс. т.

Месторождение Викторовское, несмотря на крупные масштабы, не эксплуатировалось, находится в резерве. На месторождении проведена детальная разведка с применением горно-буровых работ. Выработки пройдены на двух горизонтах – 170 и 290 м от поверхности; из них пройдены квершлагаи и пробурены скважины. Рудная залежь на поверхности не выходит. Месторождение находится под покровом четвертичных суглинков мощностью 10–30 м. По имеющимся данным [1] в коре выветривания установлен радиоактивный ореол протяженностью 2,5 км и шириной до 400 м (интенсивность ореола в среднем 20–30 мкР/ч, в одной точке – 650 мкР/ч). Имеются отвалы шахты. Балансовые запасы 12,1 тыс. т.

Месторождение Молодежное. В коре выветривания под чехлом четвертичных отложений мощностью 10–15 м выявлен радиоактивный ореол с максимальной интенсивностью 200 мкР/ч на фоне 12–14 мкР/ч площадью 150×80 м. Проведена разведка бурением, пройдены шахты и подземные выработки на двух горизонтах – 90 и 180 м. Рудные тела пересечены квершлагами и ортами через 25 м. Глубина залегания оруденения варьирует от 50–70 м до 250 м. На месторождении развита глинисто-щебенистая кора выветривания мощностью 30–50 м (на юго-западном фланге до 250 м), которая осложняет условия отработки. Месторождение мелкое, непромышленное.

Володарская урановорудная зона расположена севернее Ишимско-Балкашинской. В её состав входят месторождения Грачёвского рудного узла. Наиболее крупные из них – Косачиное и Грачёвское, а также мелкие – Февральское, Бурукское и ряд рудопоявлений. В отработку было вовлечено только Грачёвское месторождение, Косачиное было детально разведано и подготовлено к эксплуатации. Последовавшие изменения конъюнктуры в отношении уранового сырья, а также политические и экономические преобразования привели к свертыванию добычи урана и консервации производства урана в Северном Казахстане.

Месторождение Грачевское. Фоновая радиоактивность пород варьирует от 0,2–0,4 мкЗв/ч до 0,8 мкЗв/ч, максимальная активность в аляскитовых гранитах – 12,8 мкЗв/ч (содержание урана – 21 мг/кг, тория – 57 мг/кг). Балансовые запасы 11,4 тыс. т.

Месторождение Косачиное. Под чехлом олигоцен-четвертичных отложений мощностью 5–40 м в коре выветривания домезозойских пород имеется радиометрический ореол в изолинии 100 мкР/ч (на фоне 25–50 мкР/ч) с небольшими перерывами на расстоянии около 6 км при ширине до 200 м. Горно-буровая детальная разведка проведена до глубины 850 м. Месторождение оценено как крупнейшее среди эндогенных месторождений РК. В настоящее время объект законсервирован, имеются отвалы шахт 1 и 2.

Месторождения Косачиное, Грачевское и Викторовское составляют 23% запасов урана Республики Казахстан.

Месторождение Восход № 30. Данное месторождение входит в состав Восходовской ураноносной зоны, охватывающей самую северо-западную часть Кокшетауского массива, граничит на востоке с Володарской зоной, а на юге с Ишимско-Балкашинской. В составе зоны четыре месторождения: Восход № 30, Рассвет, Восточное на юге зоны и одно Осеннее на севере зоны. Данные месторождения отнесены к мелким непромышленным объектам с рядовыми рудами и не эксплуатировались.

Общая характеристика обследованных населенных пунктов представлена в таблице 1 [1].

Таблица 1. Общая характеристика обследованных населенных пунктов

Название района	Площадь, тыс. км ²	Число жителей, тыс. чел.	Преобладающие виды производственной деятельности
Чистополье	9,81	2,46	энергетическая, аграрная, стройматериалов, пищевая, легкая
Западное (Токсан би)	3,46	0,79	пищевая, сельскохозяйственная, животноводческая
Шакпак	1,92	0,077	сельскохозяйственная, животноводческая
Новоукраинка	8,91	1,07	пищевая, сельскохозяйственная, животноводческая
Сарытубек	2,38	0,15	сельскохозяйственная, животноводческая

Методы исследования

Общая методология рекогносцировочного (предварительного) обследования заключалась в проведении полевых радиометрических измерений, отборе проб окружающей среды (грунт, вода) и их лабораторном анализе по определению химического состава, естественных и искусственных радионуклидов (ЕРН и ИРН). Выборочно, в воздухе жилых и административных зданий проводилось определение эквивалентной равновесной объемной активности дочерних продуктов радона и торона (ЭРОА). Радиационное обследование проводилось в летний и осенний периоды 2023 года. Определение содержания исследуемых компонентов проводилось в лабораторных условиях.

Полевое рекогносцировочное радиометрическое обследование проводилось методом гамма-съемки приборами Inspector 1000 и RadEye B20. При проведении обследования детектор перемещался над дневной поверхностью почвы во включенном состоянии в режиме «поиск». В местах с повышенными значениями гамма-излучения в фиксированных точках проводились измерения мощности эквивалентной дозы (МЭД) и β -излучения дозиметрами МКС-АТ 1117М, МКС-АТ 6130. При измерении МЭД детектор прибора располагался на высоте 5 см и 1 м над поверхностью земли, при этом бралось среднее значение из 5 измерений.

Отбор и консервирование проб воды осуществлялось согласно ГОСТ 31861-2012 и ГОСТ Р 51592-2003 [2, 3], которые распространяются на любые типы вод и устанавливают общие требования к отбору, транспортированию и подготовке к хранению проб воды, предназначенных для определения показателей ее состава и свойств.

Пробы донных отложений отбирались согласно ГОСТ 17.1.5.01-80 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность» и ГОСТ 17.4.3.01-2017 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб». Отбор проб донных почв производился методом укола с глубиной 0–5 см на площади 100 см² [4, 5].

Предварительно для получения общей характеристики водных объектов проведено изучение общего химического состава вод с использованием стандартных методик [6]: уровень pH, степень минерализации и жесткости, макрокомпоненты основного состава (Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻, HCO₃⁻, SO₄²⁻).

При определении фоновых концентраций ЕРН и ИРН в воде необходимо применение методических подходов, которые позволяют понизить предел обнаружения удельной активности исследуемых радионуклидов, т.е. повысить чувствительность применяемого метода. Для этих целей в мировой практике используются методы концентрирования и разделения определяемых компонентов и их комбинации. Также для этих целей можно увеличить объем анализируемого образца.

Для определения ЕРН ⁴⁰K, ²³²Th и ²²⁶Ra в воде использовался физический метод предварительного концентрирования – выпаривание из больших объемов пробы, который применим для образцов воды с низким содержанием солей и направлен на концентрирование радионуклидов в минимальном объеме. Объем проб воды для анализа составил 10 л, каждая проба выпаривалась до сухого остатка. Удельная активность радионуклидов в сухом остатке определялась при помощи гамма-спектрометрического метода.

Для определения низких концентраций ²³⁸U в пробах воды использовался метод анализа на масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой «ICP

MASS Spectrometer ELAN 9000», который позволяет проводить анализ ультраследового содержания элементов.

Определение содержания в отобранных пробах воды и грунтов ЕРН и ИРН выполнялось в соответствии со стандартной методикой [7].

Определение суммарной альфа-бета-активности проб воды проводилось с помощью метода упаривания до сухого остатка с приготовлением из него счетного образца, измеряемого на альфа-бета-радиометре [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На участках расположения обследованных ЗУДП (Викторовское № 28, Восход № 30, Шакпак, Молодежное № 78, Грачевское и Косачинское) стоят производственные разрушенные здания, шахтные стволы закрыты. Отвалы имеют ограждение только на ЗУДП Шакпак и Грачевское. Большая часть территорий расположения ЗУДП покрыта различной растительностью.



а)



б)

Рисунок 2. Общий вид ЗУДП: Викторовское № 28 (а), Восход № 30 (б)

ЗУДП Викторовское № 28. Площадь обследования 0,5 км². Среднее значение МЭД составляет 0,2 мкЗв/ч, максимальное – до 0,8 мкЗв/ч на отдельных кучах горных пород. В точке с максимальным значением МЭД произведен отбор пробы горной породы.

ЗУДП Восход № 30. Площадь обследования 0,25 км². Среднее значение МЭД составляет 0,12 мкЗв/ч, максимальное – до 0,7 мкЗв/ч на отдельных кучах горных пород. В точке с максимальным значением МЭД произведен отбор пробы горной породы.



а)



б)

Рисунок 3. Общий вид ЗУДП: Шакнак (а),
Молодежное № 78 (б)

ЗУДП Шакнак. Площадь обследования 1,0 км². Среднее значение МЭД составило 0,12 мкЗв/ч, максимальное – до 0,3 мкЗв/ч (очаг 3×3 м на трассе грунтовой автодороги). В точке с максимальным значением МЭД произведен отбор пробы горной породы.

ЗУДП Молодежное № 78. Площадь обследования 1,0 км². Среднее значение МЭД – 0,12 мкЗв/ч. Участков с повышенными значениями МЭД не обнаружено.



а)



б)

Рисунок 4. Общий вид ЗУДП: Грачевское (а),
Косачинское (б)

ЗУДП Грачевское. Площадь обследования 1,0 км². Значения МЭД варьировались от 0,12 до 14 мкЗв/ч. Максимальные значения фиксировались на обломках горных пород размером до 10×10×5 см. В точках с максимальным значением МЭД произведен отбор пробы горной породы.

ЗУДП Косачинское. Площадь обследования 1,0 км². Значения МЭД варьировались от 0,10 до 0,21 мкЗв/ч. В точках с максимальным значением МЭД произведен отбор пробы горной породы.

Анализ значений МЭД на обследованных участках расположения ЗУДП показал, что они находятся в пределах от 0,1 до 0,8 мкЗв/ч и при периодическом (временном) пребывании на данных участках радиационной опасности для населения не представляют. Исключение составляет ЗУДП Грачевское, где при обследовании были установлены опасные участки с значениями МЭД до 14 мкЗв/ч, что значительно превышает установленное среднее значения в течение года 2,5 мкЗв/ч для всех работников при работе с природными источниками [9].

**РЕКОГНОСЦИРОВОЧНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНСЕРВИРОВАННЫХ УРАНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ
И НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

При проведении полевого радиационного обследования населенных пунктов радиометрические измерения проводились вдоль трасс автодорог, по периметру ограждений частных домов и на территориях, прилегающих к общественным и административным зданиям. В отдельных частных и административных зданиях проводились измерения ЭРОА радона. В точках с повышенными значениями МЭД проводился отбор проб почвы. Из источников центрального хозяйственно-питьевого обеспечения, а также на ближайших реках и ручьях отобраны пробы воды для лабораторных анализов по определению химического и радионуклидного состава. Результаты полевого радиационного обследования населенных пунктов представлены в таблице 2.

Анализ значений МЭД в населенных пунктах показал, что они находятся в пределах от 0,1 до 0,5 мкЗв/ч. Повышенные значения МЭД в основном отмечались на трассах автодорог. На основании 9 измерений концентрации радона в жилых и административных зданиях, существенное превышение установленных значений ЭРОА радона [9] обнаружено в

частном доме п. Токсан би: в погребе – 16700 Бк/м³, в кухне – 627 Бк/м³. Незначительное превышение ЭРОА радона обнаружено в поселке Новоукраинка. В остальных точках превышений ЭРОА радона не обнаружено.

Анализ данных по радионуклидному составу проб горных пород и почвы (таблица 3) показал, что уровни активности горных пород радиационной опасности не представляют, поскольку находятся значительно ниже значений минимально значимой удельной активности (МЗУА), установленных Гигиеническими нормативами к обеспечению радиационной безопасности [9] (¹³⁷Cs 10000 Бк/кг; ²⁴¹Am 1000 Бк/кг; ²²⁶Ra 10000 Бк/кг; ²²⁸Ra 10000 Бк/кг; ²³²Th 1000 Бк/кг и ⁴⁰K 1000000 Бк/кг).

Вода из водозаборных скважин поселков Чистополье, Новоукраинка и Токсан би по определенным химическим показателям (таблица 4) пригодна для использования в хозяйственных целях, согласно Санитарным правилам, установленным в Республике Казахстан [10].

Таблица 2. Результаты полевого радиационного обследования населенных пунктов

Название населенного пункта	Название объекта	Координаты	Место измерения	ЭРОА, Бк/м ³	МЭД, мкЗв/час		
					внутри здания	на улице	на автодорогах
Чистополье	акимат	53°06'16,8" с.ш. 71°08'43,6" в.д.	подвал	47	0,14	0,3	от 0,12 до 0,25
	частный дом (центр поселка)	52°33'12,8" с.ш. 67°14'48,2" в.д.	погреб	115	0,20	0,12	
	дом культуры	52°33'37,2" с.ш. 67°15'05,7" в.д.	первый этаж	43	0,18	0,18	
Токсан би	частный дом	52°57'48,7" с.ш. 66°37'33,9" в.д.	погреб	15700	0,20	0,12	от 0,12 до 0,25
			кухня	6270			
Шакпак	автодороги		—	измерения не проводились	—	0,16	от 0,10 до 0,50
Новоукраинка	школа	53°18'50,9" с.ш. 67°59'31,3" в.д.	подвал	65	0,16	0,11	от 0,10 до 0,20
			учебный класс	97	0,16		
	частный дом	53°19'06,0" с.ш. 67°59'32,1" в.д.	зал	192	0,18	0,16	
	частный дом	53°19'01,0" с.ш. 67°59'38,5" в.д.	зал	397	0,20	0,18	
	частный дом	53°18'49,8" с.ш. 67°59'12,0" в.д.	зал	56	0,14	0,10	
частный дом	53°18'58,2" с.ш. 67°58'45,3" в.д.	зал	47	0,12	0,10		
Сарытубек	частный дом	53°12'02,9" с.ш. 67°56'29,7" в.д.	погреб	65	0,12	0,10	от 0,10 до 0,12
	частный дом	53°12'03,6" с.ш. 67°56'43,2" в.д.	зал	160	0,14	0,10	
	частный дом	53°12'03,6" с.ш. 67°56'43,2" в.д.	зал	99	0,12	0,10	
	частный дом	53°12'02,0" с.ш. 67°56'43,1" в.д.	зал	107	0,12	0,11	

**РЕКОГНОСЦИРОВОЧНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНСЕРВИРОВАННЫХ УРАНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ
И НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Таблица 3. Результаты лабораторных анализов горных пород и почвы

Место отбора	Содержание гамма-излучающих радионуклидов, Бк/кг						
	²⁴¹ Am	¹³⁷ Cs	²²⁶ Ra	²²⁸ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	²³⁸ U
ГОРНЫЕ ПОРОДЫ С ТЕРРИТОРИЙ ЗУДП							
ЗУДП Грачевское, т.1	<2	<1	960±200	77±15	77±15	570±115	280±55
ЗУДП Грачевское, т.3	<2	13±2	895±180	115±20	115±20	565±115	355±70
ЗУДП Грачевское, т.2	<2	<1	415±80	90±18	90±18	550±110	285±55
ЗУДП Шакпак	<2	<1	95±15	50±10	50±10	735±150	120±24
ЗУДП Восход, т.1	<2	<1	85±17	38±8	38±8	510±100	50±10
ЗУДП Косачиное, т.1	<2	2±1	40±8	43±9	43±9	650±130	40±8
уч-к Косачиное, т.2	<2	2±1	60±12	30±6	30±6	380±70	50±10
ПРОБЫ ПОЧВЫ С НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ							
пос. Чистополье, колонка	<2	<1	85±17	105±20	105±20	820±160	100±20
пос. Шакпак, ручей	<2	<1	45±9	43±8	43±8	560±115	80±16
Шакпак, озеро	<2	<1	110±20	45±10	45±10	400±80	160±32
пос. Токсан би, т.1	<2	7±1	45±8	35±7	35±7	490±100	35±7

Таблица 4. Результаты исследования общехимического анализа воды объектов водопользования

Наименование источника	рН	Жесткость, мг-экв/дм ³	Содержание катионов, мг/дм ³			Содержание анионов, мг/дм ³			М, г/дм ³
			Na ⁺ +K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	
ВОДА С ИСТОЧНИКОВ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ									
Чистополье (скважина)	8,9	4,0	45,0	60,0	14,0	25,0	350,0	65,0	440
Токсан би, кафе (скважина)	8,5	5,5	35,0	85,0	20,0	85,0	280,0	65,0	435
Токсан би (родник)	8,8	5,0	70,0	55,0	30,0	65,0	185,0	150,0	500
Шакпак (скважина)	9,0	12,0	270,0	80,0	95,0	300,0	440,0	380,0	1500
Новоукраинка (скважина)	7,7	0,1	135,0	1,0	1,0	25,5	12,5	495,0	740
Сарытубек (скважина)	9,2	13,5	790,0	120,0	90,0	205,0	396,5	1695,0	2935
ПРИРОДНЫЕ ВОДЫ									
река Анканбурлык	9,1	9,0	100,0	95,0	55,0	135,0	300,0	240,0	715
река Есиль	8,7	7,0	100,0	75,0	40,0	120,0	245,0	190,0	580
озеро Шакпак	8,5	5,5	75,0	70,0	25,0	50,0	360,0	70,0	470
Месторождение Восход (ручей)	8,1	10,0	10,0	130,0	45,0	145,0	215,0	135,0	635
Новоукраинка (ручей Безымянный)	8,9	10,5	800,0	110,0	60,5	135,5	550,0	1560,0	2725
ЗУДП Грачевское (карьер)	9,4	8,5	215,0	70,0	65,0	85,0	275,0	520,0	1210
Сарытубек (река Иманбурлык)	9,3	13,5	765,0	110,0	85,0	170,0	457,5	1605,0	2930
ПДК_в [77]	6-9	7,0	200	—	20	350	1000	500	1000

Примечание: содержание тяжелых металлов (As, Cd, Cu, Pb, Se, Zn) выше ПДК в воде не обнаружено.

Таблица 5. Результаты исследования радиационных характеристик проб воды

Наименование населенного пункта	²²⁶ Ra	²²⁸ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	Суммарная активность, Бк/л		U-238, мкг/л
					альфа	бета	
ВОДА С ИСТОЧНИКОВ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ							
Чистополье (колонка)	<0,1	<0,2	<0,2	<1,5	0,16±0,08	<0,34	4,3
Токсан би Привозная (скважина)	и/н	и/н	и/н	и/н	<0,14	<0,34	1,5
Токсан Би (родник)	и/н	и/н	и/н	и/н	1,14±0,17	<0,34	36
Шакпак (скважина)	1,0±0,2	<0,1	<0,1	<0,7	2,84±0,43	<0,37	58
Новоукраинка (скважина)	<0,04	<0,05	<0,05	<0,4	<0,14	<0,33	<п.о.
Сарытубек (скважина)	<0,04	<0,06	<0,06	<0,6	0,67±0,09	0,32±0,11	7,0±0,5
ПРИРОДНЫЕ ВОДЫ							
река Анканбурлык, 1	<0,1	<0,2	<0,2	<1,5	0,60±0,09	<0,34	11,0±0,8
п. Шакпак (озеро)	<0,2	<0,2	<0,2	<1,7	1,97±0,30	0,66±0,12	74,0±4,8
Месторождение Восход (ручей)	<0,2	<0,2	<0,2	<1,6	<0,14	0,36±0,11	5,6±0,4
п. Новоукраинка, (ручей Безымянный)	и/н	и/н	и/н	и/н	2,46±0,12	0,56±0,12	29,0±2,0
ЗУДП Грачевское (карьер)	и/н	и/н	и/н	и/н	2,74±0,12	1,11±0,12	79,0±5,1
п. Сарытубек (река Иманбурлык)	<0,04	<0,05	<0,05	<0,4	0,45±0,09	<0,33	5,3±0,4
п. Токсан би (река Есиль)	и/н	и/н	и/н	и/н	0,15±0,08	0,51±0,11	4,7±0,3
ПДК/УВ_{нас}	0,49	0,2	0,65	и/н	0,2	1,0	15

В воде из родника п. Токсан би установлено превышение по Mg^{2+} . В воде из скважины п. Шакпак – в пределах 2 ПДК по жесткости и 1 ПДК по $Na^+ + K^+$; 5 ПДК по Mg^{2+} . В воде из водозаборной скважины п. Сарытубек установлено 1 ПДК по жесткости, 4 ПДК по $Na^+ + K^+$, 2 ПДК по Mg^{2+} , 4 ПДК по SO_4^{2-} и почти 3 ПДК по минерализации. В природных водах отмечены превышения по катионно-анионному составу и по минерализации. Т.е. обследованные природные источники по химическому составу не пригодны для использования в питьевых целях.

По результатам анализа данных суммарной альфа- и бета-активностей превышений по бета-активности (1,0 Бк/кг) нет; по альфа-активности (0,2 Бк/кг) отмечены превышения на уровне 15 ПДК в воде из скважины питьевого водообеспечения п. Шакпак; на уровне 6 ПДК в воде из родника питьевого водообеспечения п. Токсан би; более, чем в 3 ПДК – в скважине п. Сарытубек.

В природных водах отмечено превышение по альфа-активности 3 ПДК в р. Анканбурлык, 10 ПДК в озере п. Шакпак, более чем в 10 ПДК в карьере ЗУДП Грачевское и более чем в 2 ПДК в р. Иманбурлык.

Результаты гамма-спектрометрических измерений водных проб показали, что удельная активность радионуклидов находится ниже предела обнаружения используемого аппаратурно-методического обеспечения $^{226}Ra < 0,1$ Бк/кг; $^{228}Ra < 0,2$ Бк/кг; $^{232}Th < 0,2$ Бк/кг и $^{40}K < 1,7$ Бк/кг. В воде из колонки п. Шакпак удельная активность ^{226}Ra составила 1,0 Бк/кг. Полученные данные не превышают значений уровня вмешательства, установленных Гигиеническими нормативами «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности». При этом обнаружено превышение ПДК по ^{238}U в пределах 2 ПДК в воде из родника п. Токсан би и 4 ПДК в водозаборной скважине п. Шакпак. В природных водах обнаружено превышение по ^{238}U : в пределах 5 ПДК на озере возле п. Шакпак, 2 ПДК в воде безымянного ручья возле п. Новоукраинка, более чем 5 ПДК в карьере ЗУДП Грачевское.

Выводы

По уровню значений МЭД обследованные участки расположения ЗУДП (Викторовское № 28, Восход № 30, Шакпак, Молодежное № 78, Грачевское и Косачиное) при периодическом (временном) пребывании населения на данных участках радиационной опасности не представляют. Исключение составляет ЗУДП Грачевское, где при обследовании были установлены очаги, представляющие радиационную опасность для населения, с значениями МЭД до 14 мкЗв/ч.

Анализ значений МЭД в населенных пунктах показал, что они находятся в пределах от 0,1 до 0,5 мкЗв/ч. Повышенные значения МЭД в основном отмечались на трассах автодорог, поскольку при их строительстве использовались строительные матери-

алы с повышенным содержанием ЕРН. Отмечено существенное превышение установленных нормативных значений ЭРОА радона в поселке Токсан би. Незначительное превышение ЭРОА радона обнаружено в п. Новоукраинка. В источниках питьевого водообеспечения обнаружено превышение ПДК по ^{238}U в пределах 2 ПДК в воде из родника п. Токсан би и 4 ПДК в водозаборной скважине п. Шакпак. В природных водах обнаружено превышение по ^{238}U : в пределах 5 ПДК на озере возле п. Шакпак, 2 ПДК в воде безымянного ручья возле п. Новоукраинка, более чем 5 ПДК в карьере ЗУДП Грачевское. По суммарной альфа-активности отмечены превышения на уровне 15 ПДК в воде из скважины питьевого водообеспечения п. Шакпак и на уровне 6 ПДК в воде из родника питьевого водообеспечения п. Токсан би и более, чем в 3 ПДК в скважине п. Сарытубек. В природных водах отмечено превышение по альфа-активности 3 ПДК в р. Анканбурлык, 10 ПДК в озере п. Шакпак, более чем в 10 ПДК в карьере ЗУДП Грачевское и более чем в 2 ПДК в р. Иманбурлык.

По результатам анализа данных, полученных при рекогносцировочном (предварительном) обследовании, для детального обследования выбраны ЗУДП Грачевское и населенный пункт Новоукраинка.

Работа выполнена при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан в рамках научного гранта AP19674615 «Оценка последствий разработки урановых рудников Северо-Казахстанской области».

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчет по мероприятию «Изучение радиационной обстановки на территории Республики Казахстан. Обеспечение радиационной безопасности» (результаты работ за период 2004–2008 гг.) // Республиканская бюджетная Программа № 01. – Алматы, 2008 г.
2. СТ РК ГОСТ Р 51592-2003. Вода. Общие требования к отбору проб. – Астана: Комитет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2003. – 37с.
3. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 60 с.
4. ГОСТ 17.1.5.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 6 с.
5. ГОСТ 17.4.3.01-2017. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. – Москва: Стандартинформ, 2018. – 4 с.
6. ГОСТ 26449.1-85 Установки дистилляционные опреснительные стационарные. Методы химического анализа соленых вод. – Москва, 1987.
7. Активность радионуклидов в объемных образцах. Методика выполнения измерений на гамма-спектрометре: МИ 2143-91. – Введ. 1998-06-02. – Рег. № 5.06.001.98. – М.: НПО ВНИИФТРИ, 1991. – 18 с.
8. МВИ КЗ 07.00.03104-2015. Суммарная альфа- бета-активность природных вод (пресных и минерализованных). Подготовка проб и выполнение измерений.

Методика радиационного контроля. М.: ФГУП «ВИМС». 2013. – 31 с.

9. Гигиенические нормативы к обеспечению радиационной безопасности: утв. приказом Министра здравоохранения Республики Казахстан от 02 августа 2022 г. № ҚР ДСМ-71.
10. Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к водоемосточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов» / Утверждены приказом министра национальной экономики Республики Казахстан от 16 марта 2015 года – № 209.

REFERENCES

1. Otchet po meropriyatiyu «Izuchenie radiatsionnoy obstanovki na territorii Respubliki Kazakhstan. Obespechenie radiatsionnoy bezopasnosti» (rezul'taty rabot za period 2004–2008 gg.) // Respublikanskaya byudzhethnaya Programma No. 01. – Almaty, 2008 g.
2. ST RK GOST R 51592-2003. Voda. Obshchie trebovaniya k otboru prob. – Astana: Komitet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii, 2003. – 37 p.
3. GOST 31861-2012. Voda. Obshchie trebovaniya k otboru prob. – Moskva: Standartinform, 2013. – 60 p.
4. GOST 17.1.5.01-80. Okhrana prirody. Gidrosfera. Obshchie trebovaniya k otboru prob donnykh otlozheniy

vodnykh ob'ektov dlya analiza na zagryaznennost'. – Moscow: IPK Izdatel'stvo standartov, 2002. – 6 p.

5. GOST 17.4.3.01-2017. Okhrana prirody. Pochvy. Obshchie trebovaniya k otboru prob. – Moscow: Standartinform, 2018. – 4 p.
6. GOST 26449.1-85 Ustanovki distillyatsionnye opresnitel'nye statsionarnye. Metody khimicheskogo analiza solenykh vod. – Moscow, 1987.
7. Aktivnost' radionuklidov v ob'emnykh obraztsakh. Metodika vypolneniya izmereniy na gamma-spektrometre: MI 2143-91. – Vved. 1998-06-02. – Reg. No. 5.06.001.98. – Moscow: NPO VNIIFTRI, 1991. – 18 p.
8. MVI KZ 07.00.03104-2015. Summarnaya al'fa- beta-aktivnost' prirodnykh vod (presnykh i mineralizovannykh). Podgotovka prob i vypolnenie izmereniy. Metodika radiatsionnogo kontrolya. Moscow: FGUP “VIMS”. 2013. – 31 p.
9. Gigenicheskie normativy k obespecheniyu radiatsionnoy bezopasnosti: utv. prikazom Ministra zdravookhraneniya Respubliki Kazakhstan ot 02 avgusta 2022 g. № ҚР ДСМ-71.
10. Sanitarnye pravila «Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k vodoistochnikam, mestam vodozabora dlya khozyaystvenno-pit'evykh tseley, khozyaystvenno-pit'evomu vodosnabzheniyu i mestam kul'turno-bytovogo vodopol'zovaniya i bezopasnosti vodnykh ob'ektov» / Uтверждены приказом министра националь'ной экономики Республики Казахстан от 16 марта 2015 года – No. 209.

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНЫҢ ОҢТҮСТІК БӨЛІГІНДЕГІ КОНСЕРВАЦИЯЛАНҒАН УРАН ӨНДІРУШІ КӘСІПОРЫНДАР МЕН ЕЛДІ МЕКЕНДЕРДІ АЛДЫН АЛА БАРЛАП ЗЕРТТЕУ

С. Б. Субботин*, П. Е. Кривицкий, Н. В. Ларионова, А. К. Айдарханова, А. С. Мамырбаева,
Ж. Е. Тлеуканова, И. А. Александрович, М. В. Скрипников, И. А. Бачурина, Р. Г. Ермакова

ҚР ҰҰО РМК «Радиациялық қауіпсіздік және экология институты» филиалы, Қурчатов, Қазақстан

**Байланыс үшін E-mail: subbotin@mnc.kz*

Жұмыста Солтүстік Қазақстан облысының (СҚО) оңтүстік бөлігіндегі консервацияланған уран өндіруші кәсіпорындарды (КУӨК) және оларға іргелес елді мекендерді алдын ала барлау бойынша зерттеу деректері келтіріледі. ЭДҚ мәндерінің деңгейі бойынша халықтың осы учаскелерде ауық-ауық болуына КУӨК учаскелері радиациялық қауіп төндірмейтіні көрсетілген. Ерекшелік Грачевское КУӨК байқалды, мұндағы зерттеу кезінде ЭДҚ мәні 14,0 мкЗв/сағ дейін жетті. Елді мекендерде ЭДҚ мәндері 0,1-ден 0,5 мкЗв/сағ дейін құбылды. Автожолдардың трассаларында жоғары мәндер байқалды. Тоқсан би кентінде радонның ЭТКБ белгіленген нормативтік мәндерінің айтарлықтай артуы байқалды. Новокраинка кентінде радонның ЭТКБ болмашы түрде ғана артқаны анықталды. Ауыз сумен жабдықтау көздерінде ^{238}U құрамының 4 ШРШ-ға дейін артуы анықталды. Табиғи сулардағы ^{238}U бойынша 5 ШРШ-ға дейін артуы анықталды. Жиынтық альфа-белсенділік бойынша 15 ШРШ-ға дейінгі деңгейде асып кетулер байқалды. Табиғи суларда 10 ШРШ-ға дейін артқаны байқалды. Алдын ала барлау бойынша зерттеу кезінде алынған деректерді талдау нәтижелері бойынша егжей-тегжейлі зерттеу үшін Грачевское КУӨК және Новокраинка елді мекені таңдалып алынды.

Түйін сөздер: консервацияланған уран өндіруші кәсіпорындар, радиациялық зерттеу, эквивалентті доза қуаты, шекті рауалы шоғырлану, мениікті белсенділік.

**RECONNAISSANCE SURVEY OF MOTHBALLED URANIUM MINING
FACILITIES AND SETTLEMENTS IN THE SOUTHERN PART
OF THE NORTH-KAZAKHSTAN REGION**

S. B. Subbotin*, P. E. Krivitsky, N. V. Larionova, A. K. Aidarkhanova, A. S. Mamyrbayeva,
Zh. E. Tleukanova, I. A. Aleksandrovich, M. V. Skripnikov, I. A. Bachurina, R. G. Ermakova

Branch "Institute of Radiation Safety and Ecology" RSE NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan

**E-mail for contacts: subbotin@nnc.kz*

This paper provides data of the reconnaissance (preliminary) radiation survey of mothballed uranium mining facilities (MUMF) and adjacent settlements in the southern part of the North-Kazakhstan region (NKR). It is shown that, according to the level of EDR values, MUMF locations, when the public periodically stays in these areas, do not pose any radiation hazard. The exception is Grachevskoe MUMF where EDR values reached up to 14.0 $\mu\text{Sv/h}$. Around the settlements, EDR values vary from 0.1 to 0.5 $\mu\text{Sv/h}$. Elevated values are noted on highways. Regulatory values of radon EEVA were also found to be significantly exceeded in Toksan bi vil. A minor excess of radon EEVA was detected in Novoukrainka vil. Exceedance of the content of ^{238}U up to 4 MPC was detected in sources of drinking water supply. Exceedances of up to 5 MPC for ^{238}U were also found in natural waters. The total alpha activity showed an excess of up to 15 MPC. Natural waters exhibit an excess of up to 10 MPC. Based upon the data analysis during the reconnaissance survey, the Grachevskoe MUMF and Novoukrainka settlement were selected for a detailed survey.

Keywords: *mothballed uranium mining facilities (MUMF), radiation survey, equivalent dose rate, maximum permissible concentration, specific activity.*