

РАДИАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ БЫВШИХ УРАНОВЫХ РУДНИКОВ**Зарединов Дамир Арифович** – д.м.н., профессор**Ли Марина Владимировна** – д.м.н., доцент**Абдусаттаров Фарруххужа Фарход угли** - ассистент*Центр развития профессиональной квалификации медицинских работников (Ташкент, Узбекистан)**Управление санитарно-эпидемиологического благополучия и общественного здоровья Ташкентской области (Нурафшон, Узбекистан)*

Аннотация. В статье приводятся результаты исследования шахтных и поверхностных вод на территории бывшего уранового рудника, расположенного возле посёлка Янгиабад Ташкентской области. Перед отбором проб воды измерялась мощность эквивалентной дозы гамма-излучения (МЭД) на высоте 10 см от поверхности воды, значения которой варьировали от 0,55 мкЗв/ч до 1,22 мкЗв/ч в зависимости от времени года. Суммарная удельная альфа-активность и суммарная удельная бета-активность шахтных вод не соответствовали нормативным значениям согласно СанПиН №0193-06 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-2006) и основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-2006)». Удельные активности радионуклидов ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{226}Ra , ^{232}Th не превышали уровней вмешательства согласно санитарных требований, но при совместном присутствии нескольких радионуклидов вода не соответствовала нормативным значениям. Радиационная обстановка на территории бывших урановых рудников может быть оценена неудовлетворительной, требует соблюдения мер радиационной безопасности и радиационной защиты.

Ключевые слова: суммарная альфа-активность, суммарная бета-активность, мощность эквивалентной дозы, добыча и переработка, естественные радионуклиды, радиационный мониторинг, удельная активность.

SOBIQ URAN KONLARI HUDUDIDAGI SUV OBYEKTLARINING RADIATSIYAVIY MONITORINGI**Zaredinov Damir Arifovich** – t.f.d., professor**Li Marina Vladimirovna** – t.f.d., dotsent**Abdusattarov Farruxho'ja Farhod o'g'li** - assistent*Tibbiyot xodimlarining kasbiy malakasini oshirish markazi (Toshkent, O'zbekiston)**Toshkent viloyati Sanitariya-epidemiologik osoyishtalik va jamoat salomatligi boshqarmasi (Nurafshon, O'zbekiston)*

Annotatsiya. Maqolada Toshkent viloyatining Yangiobod qishlog'i yaqinida joylashgan sobiq uran koni hududidagi shaxta va yer usti suvlarini o'rganish natijalari keltirilgan. Suv namunalarini olishdan oldin gamma-nurlanish ekvivalent dozasi quvvati (EDQ) suv yuzasidan 10 sm balandlikda o'lchandi, uning qiymatlari yil vaqtiga qarab 0,55 μSv /soatdan 1,22 μSv /soatgacha o'zgarib turardi. Shaxta suvlarining umumiy solishtirma alfa faolligi va umumiy solishtirma beta faolligi Radiatsiya xavfsizligi normalari (RXN 2006) va Radiatsiya xavfsizligini ta'minlashning asosiy sanitar qoidalari (RXTASQ 2006) 0193-06 sonli SanQvaMda ko'rsatilgan qiymatlarga mos kelmadi. ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{226}Ra , ^{232}Th radionuklidlarining solishtirma faolligi sanitariya talablariga muvofiq aralashuv darajasidan oshmadi, biroq bir nechta radionuklidlarning birgalikda mavjudligi bilan suv me'yor qiymatlarga javob bermadi. Sobiq uran konlari hududidagi radiatsiyaviy vaziyatni qoniqarsiz deb baholash mumkin va radiatsiyaviy xavfsizlik va radiatsiyaviy himoya choralariga rioya qilishni talab qiladi.

Kalit so'zlar: umumiy alfa faolligi, umumiy beta faolligi, ekvivalent doza quvvati, ishlab chiqarish va qayta ishlash, tabiiy radionuklidlar, radiatsiya monitoringi, solishtirma faollik.

Введение. Постсоветское урановое наследие является проблемным вопросом для государства. Уранодобывающие предприятия имеют негативную особенность, связанную с тем, что в процессе добычи и переработки урановых руд в окружающую среду поступает значительное количество радионуклидов. К организованным источникам радиоактивного загрязнения отно-

сятся вскрывающие и вспомогательные выработки (стволы, штольни, шурфы, скважины), через которые происходит выброс в атмосферу отработанного воздуха, выход на поверхность отходов попутной добычи, рудничных и дренажных вод. В некоторых случаях радиоактивные элементы могут проникать в окружающую среду через обрушения, разломы, трещины, незатампонированные скважины путем фильтрации. Все

это является причиной загрязнения подземных и поверхностных вод на территории бывших урановых рудников.

Посёлок Янгибад Ташкентской области относится урановому наследию Республики Узбекистан, который активно эксплуатировался с конца 1950-х годов для развития атомной отрасли Советского Союза. Он занимает территорию около 50 квадратных км, где захоронено около 2,6 млн кубометров радиоактивных отходов. Рудник работал до 1986 г.

Посёлок Янгибад расположен в горной местности, на высоте 1300 метров над уровнем моря, в зоне повышенной сейсмоактивности, на слиянии горных рек Каттасай и Дукентсай. В непосредственной близости с горными речками расположены 7 площадок размещения радиоактивных отходов, которые могут представлять экологическую опасность в случае схода селей, оползней и во время землетрясений.

С 2023 г. по настоящее время Ташкентским областным управлением санитарно-эпидемиологического благополучия и общественного здоровья совместно с Научно-исследовательской испытательной радиологической лабораторией проводится радиэкологический мониторинг водных объектов, расположенных на территории бывшего уранового рудника посёлка Янгибад Ташкентской области с применением лабораторно-инструментальных методов исследования.

Материалы и методы.

Проведение радиационного контроля воды является сложной задачей, так как сама вода – это сложный объект для анализа. Согласно санитарных норм и правил СанПиН №0193-06 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-2006) и основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-2006)» в радиационном контроле воды первоочередному определению подлежат: суммарная активность альфа- и бета-излучающих радионуклидов A_α , A_β (предварительная оценка пригодности воды). Результаты предварительной оценки определяют необходимость определения радионуклидного состава воды.

Определение суммарной активности альфа- и бета-излучающих радионуклидов A_α , A_β проводили на приборе УМФ-2000, точность измерения которого ежегодно подтверждается Узстандартом. Пробы отбирали в объёме 1 л, подкисляли воду для стабилизации и выпаривали до сухого остатка. Из сухого остатка изготавливали источник, который измеряли на альфа- и бета-радиометре.

Лабораторные исследования воды по радионуклидному составу проводились на бета-гамма-спектрометре «Радэк». В состав современных спектрометров входят персональные компьютеры с программным обеспечением, которое

обеспечивает автоматическую идентификацию и расчет удельных активностей радионуклидов. Эта техническая особенность позволяет провести процедуру идентификации и измерения удельных активностей радионуклидов в более короткие сроки. Согласно НРБ-2006 по формуле, которую предварительно вводим в компьютер в программе Excel со значениями уровней вмешательства определяемых радионуклидов, производим расчет в течение нескольких минут. Контроль и достоверность исходных данных обеспечены персональной ответственностью должностных лиц, отвечающих за сбор информации. Предлагаемая методология основана на определении радионуклидов, которые наиболее характерны для конкретного региона, и измерении их индивидуальных удельных активностей, и включает в себя выполнение следующих основных процедур:

- отбор проб;
- приготовление счетных образцов;
- идентификация радионуклидов, измерение их индивидуальных удельных активностей, сравнение с уровнями вмешательства согласно НРБ -2006 (таблица 5.1);
- расчет результатов измерений согласно пункта 5.3.5 НРБ-2006: «сумма A_i/U_{Bi} должна быть меньше или равна 1, где A_i -удельная активность i -го радионуклида в воде, U_{Bi} - соответствующий уровень вмешательства»;
- гигиеническая оценка питьевой воды по критериям радиационной безопасности.

Вода отбиралась в пластмассовые бутылки (1 проба – 10 литров) из-под негазированной минеральной воды, бутылки нумеровались и в течение 1-2 дней были доставлены в лабораторию. Перед отбором проб воды измеряли МЭД в 10 см от поверхности воды полевым радиометром-спектрометром типа «Идентифайдер» (сертификат поверки №1740, действителен до 01.07.2025 г.), дозиметром -радиометром МКС-АТ1117 (заводской № 1162, сертификат поверки №421/05, действителен до 27.04.2025 г.).

Концентрирование воды проводилось методом выпаривания. Подготовили контейнер геометрии «Сосуд Маринелли»: помыли хозяйственным мылом, вытерли насухо, обработали спиртом. Контейнер вместе с крышкой взвесили, заполнили выпаренной с 10 л до 1 л водой, взвесили закрытый контейнер с концентрированной водой и определили массу счетного образца. Приготовленный счетный образец с фиксированной массой поставили в гамма -детектор спектрометра МКГБ-01 «РАДЭК» для определения Радия -226, Тория-232, Цезия -137 на 2400с. Выпаренной водой с 10 л до 20 мл заполнили контейнер геометрии «цилиндрический сосуд объемом 38 мл». Приготовленный счетный образец с фиксированной массой поставили в бета -детектор спектрометра МКГБ-01 «РАДЭК» для

определения Калия -40, Стронция -90 на 10800с. Расчет результатов измерений проводился согласно пункту 5.3.5 НРБ-2006: «сумма A_i/U_{Bi} должна быть меньше или равна 1, где A_i -удельная активность i -го радионуклида в воде, U_{Bi} -соответствующий уровень вмешательства». Измерения проводились на бета-гамма- спектрометре «Радэк» МКГБ-01 согласно «Методики измерений удельной активности природных радионуклидов, цезия-137, стронция-90 в пробах объектов окружающей среды». Сертификат №

0000299, действителен до 07.05.2025 г. Условия проведения измерений: $T = 21^{\circ}\text{C}$, отн. вл. 56%, γ -фон 0,14 мкЗв/ч.

Результаты и обсуждение.

Все измерения и отбор проб проводился на 7 площадках бывшего уранового рудника поселка Янгиабад Ташкентской области, которые для удобства были условно пронумеровали. Результаты мониторинга МЭД представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Среднегодовые значения измеренной мощности эквивалентной дозы на площадках бывшего уранового рудника поселка Янгиабад Ташкентской области

№ площадки	Место мониторинга	Средние значения МЭД (мкЗв/ч)
1	10 см от поверхности воды	1,22
2	10 см от поверхности воды	1,19
3	10 см от поверхности воды	1,02
4	10 см от поверхности воды	0,55
5	10 см от поверхности воды	1,21
6	10 см от поверхности воды	1,17
7	10 см от поверхности воды	1,15

Результаты измеренной суммарной активности альфа- и бета- излучающих радионуклидов A_{α} , A_{β} представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Средние значения суммарной активности альфа- и бета- излучающих радионуклидов шахтных и поверхностных вод на площадках бывшего уранового рудника поселка Янгиабад Ташкентской области

№ площадки	Тип воды	Суммарная α и β активность вод (Бк/л)	
		A_{α}	A_{β}
1	шахтные воды	5,75	2,05
2	поверхностные воды	0,18	1,15
3	шахтные воды	5,17	2,19
4	поверхностные воды	0,17	0,94
5	шахтные воды	6,02	2,29
6	поверхностные воды	0,15	1,15
7	поверхностные воды	0,18	1,22

Результаты исследования воды по содержанию радионуклидов представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Средние значения удельной активности радионуклидов шахтных и поверхностных вод на площадках бывшего уранового рудника поселка Янгиабад Ташкентской области

№ площадки	Показатели, Бк/л					Фактические значения по Σ	Норма Σ по НД
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th		
1	$\leq 0,17$	$\leq 0,02$	$\leq 37,82$	$\leq 0,79$	$\leq 0,62$	$\leq 1,31$	$\leq 1,0$
2	$\leq 0,17$	$\leq 0,02$	$\leq 34,15$	$\leq 0,51$	$\leq 0,68$	$\leq 1,08$	$\leq 1,0$
3	$\leq 0,17$	$\leq 0,02$	$\leq 29,56$	$\leq 0,66$	$\leq 0,53$	$\leq 1,12$	$\leq 1,0$
4	$\leq 0,17$	$\leq 0,02$	$\leq 34,74$	$\leq 0,51$	$\leq 0,69$	$\leq 1,09$	$\leq 1,0$
5	$\leq 0,17$	$\leq 0,02$	$\leq 47,12$	$\leq 0,71$	$\leq 0,67$	$\leq 1,26$	$\leq 1,0$
6	$\leq 0,17$	$\leq 0,02$	$\leq 21,73$	$\leq 0,61$	$\leq 0,57$	$\leq 1,09$	$\leq 1,0$
7	$\leq 0,17$	$\leq 0,02$	$\leq 22,16$	$\leq 0,53$	$\leq 0,62$	$\leq 1,05$	$\leq 1,0$

Результаты суммарной активности альфа- и бета- излучающих радионуклидов превышали нормативные значения 0,2 и 2,0 Бк/л, соответственно, в пробах площадок №1,3,5. Остальные значения находились в пределах нормы согласно п.5.3.5, СанПиН №0193-06 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-2006) и основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-2006)».

Удельные активности радионуклидов ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{226}Ra , ^{232}Th не превышали уровней вмешательства согласно таблице 5.1 СанПиН №0193-06, но согласно пункта 5.3.5. при совместном присутствии нескольких радионуклидов вода не соответствовала нормативным значениям.

Уровни вмешательства при поступлении с водой отдельных радионуклидов для населения Республики Узбекистан:

Cs 137 -- 11 Бк/л;

Sr 90 -- 5,0 Бк/л;

Ra 226- 1,0 Бк/л;

Th 232-- 1,2 Бк/л.

Заключение. В ходе проведенного мониторинга шахтных и поверхностных вод на площадках бывшего уранового рудника поселка Янгиабад Ташкентской области было установлено:

1. Значения МЭД на территории бывших урановых рудников выше фоновых значений, характерных для большинства территорий Узбекистана. Эти значения варьировали от 0,55 мкЗв/ч до 1,22 мкЗв/ч при измерении над поверхностью воды перед отбором проб.

2. Результаты суммарной активности альфа- и бета- излучающих радионуклидов превышали нормативные значения 0,2 и 2,0 Бк/л, соответственно, в пробах воды, отобранной на площадках №1,3,5.

3. Удельные активности радионуклидов ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{226}Ra , ^{232}Th не превышали уровней вмешательства согласно таблице 5.1 СанПиН №0193-06, но при совместном присутствии нескольких радионуклидов вода не соответствовала нормативным значениям согласно пункта 5.3.5. СанПиН №0193-06 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-2006) и основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-2006)».

Таким образом, по результатам проведенного исследования шахтных и поверхностных вод радиационную обстановку на территории бывших урановых рудников можно признать неудовлетворительной. Необходимо проводить защитные мероприятия для минимизации радиационных рисков для населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Л.С. Контроль качества воды. – М.: НИФА-М, 2022. – 158 с.
2. Будыка А.К. Спектрометрия ионизирующих излучений: учебное пособие. – Москва, «МИФИ». – 2021. – 223 с.
3. Зайцева Н.В., Сбоев А.С., Клейн С.В. Качество питьевой воды: факторы риска для здоровья населения и эффективность контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора // Анализ риска здоровью. – 2019, №2. – С.44-55.
4. Романович И.К., Кормановская Т.А., Королева Н.А. и др. Научное обоснование методических подходов к организации и проведению заключительного радиационного обследования участков территории, реабилитированных после загрязнения природными радионуклидами // Радиационная гигиена. – 2018, №3. – С. 6-21.
5. Саурбаева А.И. Питьевая вода в сфере окружающей среды // Вестник науки. – 2023, №2 (59). – С. 302-304.
6. Торопов А.С. «Изучение форм нахождения стронция-90 в природных водах на примере Семипалатинского испытательного полигона» // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2018, №2. – С. 12-20.
7. Хакимова Н.У., Зоитова М.А. Урановые хвостохранилища г. Истиклола: история, проблемы, решения // Радиационная гигиена. – 2023, №2. – С. 101-113.
8. Шандаля Н.К., Киселев С.М., Титов А.В. Научно-практический опыт надзорной деятельности в области обеспечения защиты населения и окружающей среды на объектах ядерного наследия России // Радиационная гигиена. – 2019, №2. – С. 83-96.