



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ, д.т.н., доцент

Амирзода О.Х.

« 8 » 12 2022 г.

ОТЗЫВ

**ведущей организации на диссертационную работу
Муминова Сафарали Валиевича на тему: «Состояние радиационной безопасности и радоновый мониторинг территории Таджикистана»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 03.02.08 – Экология (технические науки)**

Актуальность темы диссертации.

Защита населения и объектов от ионизирующего излучения является актуальной задачей. Необходимость в защите от радиации возникла сразу после открытия радиоактивности.

Облучение человека радионуклидами происходит за счёт внешних и внутренних воздействий. Естественное фоновое излучение – это основной источник облучающего воздействия на человека. Его основными компонентами можно назвать излучение от радионуклидов, расположенных в земной коре и космические лучи. Эти два компонента распределены неравномерно в биосфере Земли. Что касается космического излучения, то на поверхности земли оно незначительно, и вносит в среднегодовые дозы всего в среднем 10%. Соответственно, внешнее воздействие от природных радионуклидов зависит от состава почв и имеет важное значение в районах с высоким содержанием ^{222}Rn и монацитового песка. Наибольшее воздействие на внутреннее облучение человека оказывает газ радон (его вклад в среднюю годовую дозу населения равен $> 50\%$), а также природное естественное облучение (вклад которого в среднем 10%).

Человеческая деятельность способствовала увеличению общего радиационного фона. Последствия глобальных испытаний ядерного оружия, проведённых в 1945-1980 годах XX в., в настоящее время также отражаются на содержании в биосфере долгоживущих изотопов ^{90}Sr и ^{137}Cs . Максимальное облучение отмечалось в 1963 году, когда на него приходилось от 7 до 10% естественного природного фона. Горнодобывающие и горно-перерабатывающие предприятия промышленного комплекса, деятельность которых заключается в добыче и переработке ископаемого сырья,

являются источниками локальных загрязнений местного характера, сбрасывая в природную среду отходы с высокими содержаниями природных изотопов. Ещё одним источником ограниченных выбросов в окружающую природную среду радиоактивных веществ являются предприятия атомной и тепловой энергетики. Угольные тепловые электростанции вносят значительно больший вклад в загрязнение по сравнению с нормально эксплуатируемыми атомными станциями. Однако нарушения рабочих циклов на некоторых АЭС привели к значительным авариям, нанеся огромный ущерб окружающей природной среде.

Структура и содержание диссертации.

Диссертация изложена на 156 страницах, содержит 25 таблиц, 33 рисунка и приложение. Состоит из введения, трех глав основной части, заключения, выводов и списка использованных источников (177 наименований).

Во *введении* диссертантом обосновывается актуальность исследования, поставлены цели и задачи, отражены научная новизна и практическая значимость работы, перечислены основные положения, выносимые на защиту.

В *главе 1* представлен обзор литературных данных, посвященных состоянию радиационной безопасности и процессам образования радиоактивных урановых отходов. Указаны возможности вторичной переработки отходов урановой промышленности. Рассмотрены и оценены дозы облучения населения. Первая глава диссертации завершается постановкой задач исследования.

В *главе 2* приведены данные по радионуклидному мониторингу биосферы Таджикистана.

Содержание природных радионуклидов в почвах юго-западных и восточных районов Республики Таджикистан. Территория регионов, выбранных для отбора проб, включает в себя самые разнообразные ландшафты: альпийские луга, высокогорные и равнинные пустыни, глубокие и узкие ущелья рек, сжатые скалистыми горными хребтами. Территория, на которых были проведены полевые исследования, составила в среднем 20000 км², это Кулябский и Бохтарский районы, которым характерны типичные природные ландшафты, на которых расположены различные по своим природным особенностям территории.

Содержание изотопа цезия-137 в почвенном покрове центрального и южного Таджикистана. Отбор проб проводился на площади около 45000 км² на территориях Гиссарского, Раштского, Бохтарского и Кулябского регионов. Для исследования были отобраны 92 образца почв различных типов. В каждом районе было выбрано от 3 до 8 точек для отбора проб, где минимальное расстояние между точками составляет примерно 4-7 км. Отобранные пробы

разделили на две категории: пробы почв из необрабатываемых земель и пробы почв из обрабатываемых полей. Результаты измерения средней удельной активности ^{137}Cs в почвах районов Центрального и Южного Таджикистана приведены на диаграмме.

Радиоэкологическая ситуация северного Таджикистана. За период исследований с 2015-2019 гг. радиоэкологический мониторинг гамма-фона проведён на территории всех 18 городов и районов Согдийской области Республики Таджикистан. Составлены их радиоэкологические карты с привязкой МЭД к конкретным координатам местности. По результатам исследований выявлены и районированы участки местности с большим значением МЭД, что представляет практический интерес.

Радиоэкологическая ситуация города Худжанд. Худжанд расположен на берегах реки Сырдарьи. На правом берегу реки Сырдарьи расположены 20 жилых кварталов города Худжанд. На северо-западе города, выше по рельефу от 17, 18 микрорайонов расположены отвалы бывшего Рудника №3 с общей площадью четырёх отвалов 5.9 га. Эти объекты покрыты нейтральным грунтом толщиной 0.6-0.8 м. Средние значения МЭД гамма-излучения на отвалах составляют 0.50-0.75 мкЗв/час, а максимальные значения МЭД на отдельных площадках (около 5% от общей площади) достигают 0.90-1.10 мкЗв/час. Значения естественного фона в данной местности (гранитный массив) составляют 0.40-0.50 мкЗв/час.

На левом берегу реки расположено более 60% площади города Худжанд. МЭД гамма-излучения на левом берегу на 30-40% ниже, чем в правобережной части города. Самый низкий радиационный фон, как следует из карты, приходится на территорию центральной части города.

Радиоэкологическая ситуация Бободжон Гафуровского района. Анализ результатов, полученных данных и изучение составленной радиологической карты Б. Гафуровского района показали, что в центральной и южной частях района МЭД составляет, соответственно, от 15 и 20 мкЗв/час. Это связано с тем, что в почвах данной территории содержатся радиоактивные материалы и недалеко расположено радиоактивное хвостохранилище Дигмай. Участки, прилегающие к юго-восточной части Б. Гафуровского района, имеют МЭД до 25-30 мкЗв/час, что также связано с близко расположенным радиоактивным хвостохранилищем Дигмай.

Радиоэкологическая ситуация города Истиклол. На поверхности отходов «Фабрика бедных руд» г. Истиклол радиационный фон достигает свыше 6 мкЗв/ч. Наблюдаются локальные территории с очень высоким фоном (более 20 мкЗв/ч), которые связаны с расположением радиоактивных отходов уранового производства, унаследованных от бывшего СССР на территории северного

Таджикистана. Анализ результатов показал, что наиболее высокорadioактивные территории северного Таджикистана со значением МЭД $>0.35-0.40$ мкЗв/ч соответствуют координатам расположения радиоактивных хвостохранилищ и прилегающих к ним территорий. Средний радиационный фон вокруг хвостохранилищ и над ними в 6-8 раз превышает естественный радиационный фон и составляет от 0.9 до 1.2 мкЗв/ч.

Удельная суммарная активность природных радионуклидов в воде источников питьевого водоснабжения Хатлонской области Республики Таджикистан. В Хатлонской области наибольшие значения удельной суммарной альфа-активности радионуклидов в воде отмечались в районе Темурмалик – 0.17 Бк/кг, бета-активности радионуклидов в воде в Кабодиёнском районе – 0.05 Бк/кг. Превышения в этих случаях отмечались только по удельной альфа-активности воды. Предполагается, что повышение альфа-активности воды происходит за счёт природных радионуклидов, то есть семейства урана-238 и тория-232. Превышений по удельной бета-активности вод не обнаружено.

В главе 3 обсуждаются результаты радонового мониторинга регионов Таджикистана.

Исследования содержания радона в атмосферном воздухе и в жилых помещениях города Душанбе Республики Таджикистан. В г. Душанбе были экспонированы 18 трековых детекторов в 12 точках. Экспонирование проводилось в течение летнего периода (3.5 месяца). При установке детекторов на точках для точности расчётов содержания радона было измерено большое количество показаний, которые включали: измерение радиационного фона, размеров комнат, типов комнаты, частоту проветривания, какой этаж, какие строительные материалы использовали при строительстве, состав почвы под зданием и др.

Изучение уровней содержания радона в зданиях дошкольных и школьных учреждений г. Душанбе Республики Таджикистан. В помещениях детских садов и классах общеобразовательных школ с целью измерения концентраций радона устанавливались экспозиметры (пластиковые пробоотборные пассивные камеры) с трековыми детекторами “Radtrak” (Швеция), которые устанавливались на период от 2-х до 6-и месяцев, что позволяет делать замеры ОА радона в широком диапазоне $15-25000$ Бк/м³.

На основании проведённых исследований и вычислений в воздушной среде помещений значений ЭРОА радона; применения дозового коэффициента, который был равен 9.0×10^{-6} мЗв/(Бк·ч/м³) согласно отчётов НКДАР ООН (за период 2000, 2006 годов) были вычислены величины среднегодовых индивидуальных эффективных доз внутреннего облучения, полученных в

результате облучения короткоживущими дочерними продуктами радона, присутствующими в воздухе помещений. Оценка полученных доз облучения детьми и подростками школ и детских садов в результате ингаляции радона проводилась на основании продолжительности периода времени, которое дети проводили в этих помещениях. Так, расчёт доз облучения для детей в детских садах проводился из расчёта дозового коэффициента 0.33, который складывался из расчёта, что дети в детском саду проводят в день 8 часов, в год это составляет 2000 часов. Для детей в школах дозовый коэффициент составил 0.25, из расчёта, что дети проводят в классах в день 6 часов, в год это составляет 1200 часов.

Соответственно, исследования доз облучения проводились на территории г. Душанбе и охватили 14 детских садов и 36 общеобразовательных школ, которые территориально располагались в районах Сино, Исмоила Сомони, Шохмансур и Фирдавси. Исследованием было охвачено по четыре помещения в каждом из зданий, два из которых располагались на первых этажах, а два помещения – на вторых этажах. Таким образом, в исследование были включены в общем 200 помещений

Согласно анализа полученных результатов выявлено, что среднегодовые эффективные дозы облучения детей и подростков, находящихся в помещениях детских садов и общеобразовательных учреждений г. Душанбе находятся в диапазоне от 0.64 до 1.64 мЗв, данная доза является суммой излучений радона и излучений дочерних продуктов его распада. Выявлена зависимость, характеризующая изменение концентрации радона от этажа помещений, на котором проводились измерения. Так, концентрация радона в помещениях первых этажей выше, чем на вторых этажах аналогичных помещений.

Изучение ЭРОА радона в зданиях дошкольных и школьных учреждений южных районов Республики Таджикистан. Соответственно, исследования доз облучения проводились на территории зданий 18 детских садов и 48 общеобразовательных школ Хатлонской области, исследованием было охвачено 22 района (города), расположенных в южной части республики. Исследованием было охвачено по четыре помещения в каждом из зданий, два из которых располагались на первых этажах, а два помещения – на вторых этажах. Таким образом, в исследование были включены в общем 264 помещения.

В Хатлонской области строительство зданий детских садов и школ осуществлялось в основном согласно типовым проектам, при строительстве для фундаментов зданий и их несущих конструкций использовался железобетон, для стен стройматериалом являлся кирпич. По данным обследования, примерно 80% зданий, в которых проводился мониторинг доз

облучения, были построены с 1950 по 1990 гг. Из всех исследуемых зданий - 6 одноэтажных (4 детских садика и 2 школы) и 2 помещения (классы) находятся на -1-ом этаже.

Здания, в которых проводился мониторинг доз облучения, выбирались в различных территориях Хатлонской области. Минимальное расстояние между исследуемыми зданиями (учреждениями) составляло 5-7 км. Определение содержания радона в зданиях школ и детсадов проводилось в помещениях первых и вторых этажей, которые располагались друг над другом. Соответственно, на каждом этаже устанавливались по два экспозиметра, в каждом здании, таким образом, устанавливались четыре экспозиметра. При сборе экспозиметров были отмечены их потери, которые составили около 1%. В обследованных помещениях зданий величины мощности амбиентных эквивалентов доз γ -излучения, полученные спектрометром "МКС-6102" производства "Атомтех", составили от 0.06 до 0.18 мкЗв/час при усреднённом значении 0.12 мкЗв/час. Данные величины получены после обработки экспозиметров, являющихся дозиметрами γ -излучения.

Научная новизна работы заключается в измерении и оценке удельной активности изотопа цезия-137 в почвах отдельных регионов Республики Таджикистан, оценка в питьевых водах отдельных местностей Хатлонской области α - и β -активности, определение и оценка ЭРОА радона в воздухе жилых помещений некоторых районов Таджикистана на основании метода пассивных измерений, а также и оценка доз облучения, полученных населением от воздействия газа радона и дочерних продуктов его распада.

Также, согласно результатам проведённой мониторинговой деятельности определено отрицательное влияние на природную среду радоноопасных объектов, проявляющееся в основном на хвостохранилищах и местах складирования радиоактивных отходов, а также на близлежащих от них территориях. Также выявлено, что дозы облучения, получаемые населением, которые проживают на этих загрязнённых территориях, находятся в прямой зависимости от продолжительности их пребывания в этих районах.

Теоретическая ценность исследования. Теоретические концепции и экспериментальные результаты о взаимосвязи между скоростью поступления радона и разностью температур (ΔT) позволили выбрать оптимальный метод для определения вклада конвекционных и диффузионных потоков радона внутри помещений, который основан на исследовании изменения содержания радона от разницы температур между внутренними объёмами помещений и атмосферой внешней среды.

Полученные данные можно использовать при расчётах и составлении моделей для оценки доз облучения работников, работающих с ИИИ, и

населения, подвергнувшегося радоновому облучению.

Практическая значимость работы. Большое практическое значение результаты диссертационного исследования имеют для деятельности органов исполнительной власти, которые будут планировать проводить обоснования реализации защитных мер, направленных на снижение рисков облучения населения, которое проживает в районах с повышенным радиационным фоном из-за образования радиоактивных хвостохранилищ при переработке урановых руд.

Внедрение экспериментальных способов измерения и использование полученных в диссертационной работе результатов в учебных процессах в вузах Таджикистана, в частности, по специальностям физик-ядерщик и радиоэколог.

На радоноопасных территориях Республики Таджикистан с целью нормализации радоновой обстановки рекомендовано осуществить комплекс мероприятий по рекультивации загрязнённых территорий, в основном на бывших урановых месторождениях – Дигмайском хвостохранилище и хвостохранилище г. Истиклол, которые являются объектами уранового наследия СССР.

Обоснованность и достоверность основных результатов и рекомендаций, сформулированных в работе.

Полученные результаты достаточно обоснованы и достоверны. Достоверность результатов исследований обеспечивается применением современных приборов, их достаточной воспроизводимостью и сравнением результатов с данными других авторов, а также измерениями параллельных проб почвы, воды и воздуха.

. По материалам диссертации опубликовано 24 научных работ в отечественных и зарубежных изданиях, в том числе 7 статей в изданиях, включённых в перечень рецензируемых научных журналов ВАК при Президенте Республики Таджикистан, 3 из научных работ опубликовано в журналах, входящих в список SCOPUS, также имеется одна статья без соавторов и прошли апробацию в качестве материалов конференций республиканского и международного уровня. По результатам исследований получен 1 малый патент на изобретение.

Получена акт внедрения: в бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Таджикский национальный Университет», кафедра ядерной физики.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности (формуле и области исследования).

Область исследования соответствует паспорту специальности 03.02.08. – Экология (по отраслям: в строительстве и ЖКХ, энергетика) по пунктам: 2.3. Прикладная экология – разработка принципов и практических мер, направленных на охрану живой природы, как на видовом, так и экосистемном уровне; разработка принципов создания искусственных экосистем (строительные системы, урбосистемы, агроэкосистемы, объекты аквакультуры, ЖКХ и т.п.) и управления их функционированием. Исследование влияния антропогенных факторов на экосистемы различных уровней с целью разработки экологически обоснованных норм воздействия строительной, хозяйственной деятельности человека и эксплуатации ЖКХ на живую природу. 2.4. Экология человека – изучение общих законов взаимодействия человека и биосферы, исследование влияния условий среды обитания (в том числе созданной в результате строительной, хозяйственной деятельности и эксплуатации ЖКХ) на человека; 5.3. Комплексная оценка влияния объектов энергетика на природные и искусственные экосистемы, разработка методов и средств экологического мониторинга объектов энергетического комплекса, исследование и оценка воздействия энергетической отрасли на окружающую среду, в том числе на стадиях проектирования и строительства.

Оценка внутреннего единства полученных результатов и соответствия автореферата с диссертации.

Диссертационная работа отражает внутреннее единство научных результатов, полученных автором на основе теоретических и лабораторных исследований. В диссертационной работе Муминова С.В. решена научная проблема в области экологии (технические науки).

Результаты, полученные диссертантом, являются новыми, выводы сформулированы аргументировано. Автореферат и публикации полностью отражают содержание диссертационной работы.

На основании анализа содержания диссертационной работы, представленных публикаций, используемых методов исследования, интерпретации полученных результатов можно сделать вывод, что уровень научной квалификации его автора – Муминова Сафарали Валиевича соответствует учёной степени кандидата технических наук.

По диссертации имеются следующие замечания:

- 1. В диссертации много экспериментальных результатов по дозовым нагрузкам население и окружающей среды, однако редко встречается их сравнения с нормативными пределами доз.*
- 2. Автором не предложены конкретные меры по уменьшению дозовых нагрузок население.*
- 3. Результаты были бы более наглядными если бы автор проводил*

сравнительный анализ данных, например, центральной и южных регионов.

4. *В тексте диссертации имеется ряд стилистических ошибок.*

Рекомендации по использованию результатов диссертационного исследования.

Автором предлагается:

1. На основании полученных результатов, выявлены нами основные закономерности и характер распределения цезия-137 в почвенном покрове Таджикистана. Результаты работы по содержанию радионуклидов в почвах рекомендованы почвоведом для оценки эрозии почв и других параметров почв;
2. Руководителям местных Исполнительных органов государственной власти рекомендовано учитывать при обосновании строительства различных объектов результаты радиоэкологических измерений.
3. Согласно Нормам радиационной безопасности Республики Таджикистан (НРБ-06), в источниках питьевого водоснабжения удельная суммарная активность α -частиц должна находиться в пределах ≤ 0.1 Бк/кг, а суммарная объёмная активность β -частиц - не превышать 1.0 Бк/кг. С целью контроля и снижения рисков от употребления питьевых вод, а также разработка защитных мер по снижению вредного радионуклидного воздействия на населения на территории Таджикистана, рекомендованы результаты оценки удельной суммарной активности радионуклидов в воде.
4. Согласно полученным величинам ЭРОА радона рассчитали величины среднегодовых индивидуальных эффективных доз облучения в помещениях детских садов, школ и вычислены эффективные дозы внутреннего облучения детей, поступающего через ингаляцию дочерних продуктов радона при их нахождении в этих зданиях в течение всего года. Школьным и дошкольным учреждениям рекомендованы мероприятия по проведению радонозащитных мероприятий путём улучшения вентиляционных систем зданий.

Заключение

Диссертационная работа Муминова Сафарали Валиевича на тему: «Состояние радиационной безопасности и радоновый мониторинг территории Таджикистана», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 03.02.08. – Экология (технические науки), представляет собой завершённое научное исследование, выполненное автором самостоятельно на достаточно высоком уровне, в котором изложены новые научно-обоснованные решения в области экологии. Полученные автором результаты, несомненно, достоверны и имеют не только практическое, но и

теоретическое значение.

По объёму, научной достоверности и по обоснованности основных выводов она полностью соответствует требованиям ВАК при Президенте Республики Таджикистан, и согласно всем пунктам «Порядка присвоения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года №267, Муминов Сафарали Валиевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 03.02.08 – Экология (технические науки).

Диссертация и отзыв обсужден и одобрен единогласно на заседании ученого совета Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ Таджикистана.

Протокол №13 от 7 декабря 2022 г.

Председатель заседания,

директор Института
водных проблем, гидроэнергетики
и экологии НАНТ, д.т.н., доцент



Амирзода О.Х.

Эксперт, заведующий лабораторией
«Качества воды и экология» Института
водных проблем, гидроэнергетики
и экологии НАНТ, к.т.н.



Шаймуратов Ф.И.

Учёный секретарь, к.б.н.



Кариева Ф.А.

Подписи Амирзода О.Х., Шаймуратова Ф.И. и Кариевой Ф.А. заверяю:

Начальник ОК ИВП, ГЭ ва Э НАНТ



Холмазарова З.Д.

Адрес: 734042, г. Душанбе, ул. Айни, 14А, тел: 222 23 64

Сайт: www.imoge.tj

E-mail: info@imoge.tj