

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ТАДЖИКИСТАНА
АГЕНТСТВО ПО ХИМИЧЕСКОЙ, БИОЛОГИЧЕСКОЙ, РАДИАЦИОННОЙ И
ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

УДК: 504.064+504.75 (575.3)

ББК: 20.18

М – 84

На правах рукописи



МУРОДЗОДА Шохин Рустам

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ БИОСРЕДЫ И
МОНИТОРИНГ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ
РЕГИОНОВ ТАДЖИКИСТАНА**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 2.9. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды
(2.9.6. Экология)

Диссертация выполнена в отделе ядерной и радиационной безопасности Агентстве по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности Национальной академии наук Таджикистана

Научный руководитель: **Рахимов Исматулло Фатхуллоевич** – доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент НАН Таджикистана, заведующий лабораторией фармакологии, Институт химии НАН Таджикистан им. В.И. Никитина

Официальные оппоненты: **Абдуллозода Сабур Фузайл** - доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией физики атмосферы, Физико-технический институт имени С.У. Умарова Национальной академии наук Таджикистана
Гулаёзов Маджид Шоназарович - кандидат географических наук, содиректор Научно-исследовательского центра экологии и окружающей среды Центральной Азии

Ведущая организация: Горно-металлургический институт Таджикистана

Защита состоится «05» мая 2026 года в 14:⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета 6D.KOA-091 при Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими по адресу: 734042, г. Душанбе, просп. акад. Раджабовых, 10А, E-mail: hboboev1967@gmail.com.

С содержанием диссертации и её автореферата можно ознакомиться в научной библиотеке и на официальном сайте Таджикского технического университета имени академика М. С. Осими www.ttu.tj.

Автореферат разослан «___» _____ 2026 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук, и.о.
доцента



Бобоев Х.Д.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность и необходимость проведения исследований по данной проблеме. Вопросы, связанные с обеспечением радиоэкологической стабильности, приобретают особую значимость для Республики Таджикистан, учитывая наличие на её территории множества хранилищ радиоактивных отходов, оставшихся от уранового производства, активно развивавшегося в эпоху советской индустриализации. Эти техногенные объекты, сконцентрированные преимущественно в северных регионах страны, продолжают представлять собой потенциальный источник опасности как для здоровья населения, так и для состояния природной среды. Среди основных угроз – разрушение инженерных сооружений, предназначенных для удержания радиоактивных материалов, вымывание радионуклидов в поверхностные и подземные водные системы, а также распространение радиоактивных частиц с воздушными массами, что может привести к вторичному загрязнению обширных территорий и усугублению экологической ситуации. Радиационная обстановка в стране в стране формируется не только под влиянием наследия уранодобывающей промышленности, но и в результате глобального переноса радионуклидов, таких как ^{137}Cs и стронций-90, осевших в результате ядерных испытаний и аварий. Дополнительным фактором является природное присутствие радиоактивных элементов – урана, тория и радия – в почвах, горных породах и водоносных горизонтах. В ряде районов наблюдаются повышенные уровни радиации в источниках питьевой воды, в почвенном слое и в атмосфере. Особое внимание следует уделять систематическому радиационно-экологическому контролю на территории памятников культурного и исторического наследия, а также в районах природных месторождений, где фиксируются случаи превышения допустимого радиационного фона. Полученные данные имеют важное значение не только для защиты местных жителей и туристов, но и для формирования достоверной картины радиационной ситуации в масштабах всей республики.

Степень изученности научной темы. Степень разработанности рассматриваемой научной проблемы характеризуется проведением обзорного анализа и обобщением существующих научных исследований в области радиационной экологии. Вместе с тем следует отметить, что в условиях Республики Таджикистан методологические подходы и теоретические основы изучения данной проблемы на сегодняшний день остаются недостаточно сформированными и требуют дальнейшего углублённого научного осмысления и систематизации.

Теоретико-методологическую базу настоящего исследования составили труды отечественных и зарубежных учёных, посвящённые вопросам радиационной экологии радиационной безопасности и экологического мониторинга. В частности, в работе использованы научные исследования и публикации таких авторов, как Стегнар, П. [22], Reddy, R. G. [35], Башкин, В. Н. [37], Г. В. Лаврентьева, О. А. Мирзеабасов [38], Н. И. Беззубов, М. М. Юнусов [42], Цапалов, А. А. [47], Израэль, Ю. А. [50], Лазановский, И. Н. [51], А. М. Никанорова. [52], Кузин, А. М. [55], Платонов, А. П. [59] и других исследователей, внесших значительный вклад в развитие данного научного направления.

Особое значение для настоящей работы имеют исследования отечественных авторов, которые занимались радиационным мониторингом территорий, прилегающих к хвостохранилищам, изучением процессов миграции радионуклида цезия-137 в отдельных регионах Таджикистана, проведением радонового мониторинга в северных районах страны, а также анализом пылевых и газовых загрязнений в аридных природных зонах, к числу таких исследователей относятся У.М. Мирсаидов [7, 33, 82, 83, 89], Х. Муртазаев [67, 70], И.У. Мирсаидов [28, 85, 95, 136], Х. И. Тиллобоев, [104-105], М. З. Ахмедов [97], Н. Хакимова [14, 96], Ф. А. Хамидов [81], Х.М. Назаров [41], Б.Б. Баротов [79-80], Дж.А. Саломов [91], Муминов, С. В. [75,77] и другие учёные.

Связь работы с научными программами (проектами), темами; Настоящее диссертационное исследование выполнено в рамках реализации ряда научных проектов и программ регионального масштаба, направленных на развитие радиоэкологических

исследований и повышение уровня радиационной безопасности:

- *Физико-химические основы радиационной экологии*, включая разработку региональных радиоэкологических карт и организацию систематического радиационного мониторинга биосферы Таджикистана (ГРН 01115TJ00471, период реализации: 2015–2019 гг.).
- *Физико-химические принципы извлечения урановых концентратов* из урансодержащих руд и техногенных отходов, с целью повышения эффективности переработки и минимизации экологических рисков (ГРН 0120TJ01030, период реализации: 2020–2024 гг.).
- *Региональный проект технического сотрудничества МАГАТЭ RER9153 «Усиление регионального потенциала по контролю над долгосрочными рисками для населения за счёт радона в жилищах и на рабочих местах»*, (реализован в 2018–2020 гг.).

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель исследования: радиоэкологическая оценка содержания, пространственного распределения и динамики как природных, так и антропогенных радионуклидов в пределах биосферы Республики Таджикистан. Определение уровней радиационного воздействия на ключевые компоненты окружающей среды – включая почвенные горизонты, водные ресурсы и атмосферный воздух – с целью выявления степени экологической нагрузки и потенциальных угроз для здоровья населения. Анализ факторов способствующих накоплению радионуклидов в различных природных средах, и оценка их биологического воздействия. Разработка комплекса научно обоснованных рекомендаций, направленных на минимизацию радиационных рисков, улучшение экологической ситуации и повышение уровня радиоэкологической безопасности на территории республики.

Задачи исследования:

- провести анализ радиоэкологических проблем, связанных с радиоактивными хвостохранилищами уранового производства в Таджикистане, и оценит их влияние на окружающую среду и население;
- изучить современную радиационную обстановку в различных регионах республики с учётом природных и техногенных источников ионизирующего излучения;
- определить содержание и распределение природных радионуклидов (уран, торий, радий, калий-40) в почвах и водах Таджикистана;
- провести радиоэкологическую оценку накопления и распространения техногенного радионуклида ^{137}Cs в почвах различных районов и его воздействия на экосистемы;
- исследовать уровень ЭРОА радона в зданиях образовательных учреждений южных районов страны;
- провести радиоэкологический мониторинг минеральных руд, а также культурных, исторических и туристических объектов;

Объекты исследования: естественные и антропогенно трансформированные элементы биосферы, включая почвенные структуры, поверхностные и подземные водоёмы, атмосферный воздух, а также живые организмы, подвергающиеся воздействию радионуклидов. Территориальные зоны с различной степенью радиационного загрязнения.

Тема исследования; оценка процессов аккумуляции, пространственного распределения и трансформации концентраций радиоактивных элементов в различных компонентах биосферы. Изучение механизмов миграции радионуклидов в природной среде, разработка и совершенствование методологических подходов к оценке радиационной безопасности и экологическому контролю территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению.

Научная новизна исследования:

- проведён радиоэкологический анализ состояния биосферы Республики Таджикистан, охватывающий ключевые природные компоненты – почвенный покров, водные ресурсы и атмосферный воздух. Оценка выполнена с учётом влияния как естественных, так и техногенных источников ионизирующего излучения, включая остаточное загрязнение, связанное с уранодобывающей деятельностью.

- выявлены характерные особенности пространственного распределения радионуклидов в почвах различных географических зон страны. Особое внимание уделено цезию-137, поступившему в результате глобальных атмосферных осадков.
- получена новая информация о концентрациях природных радионуклидов (включая уран, радий и торий) в водах, используемых для питьевого водоснабжения, а также в родниковых источниках, что обеспечивают более точную оценку радиационно-гигиенических рисков для населения.
- в южных регионах страны проведены измерения эффективной эквивалентной равновесной активности радона внутри зданий, предназначенных для пребывания детей – дошкольных учреждений и общеобразовательных школ.

Теоретические основы исследования: результаты проведённого исследования существенно расширяют представления о механизмах формирования, миграции и пространственного распределения как природных, так и техногенных радионуклидов в пределах биосферы Республики Таджикистан. Полученные результаты позволяют уточнить радиоэкологические параметры основных компонентов окружающей среды – почвенного покрова, гидросферы и атмосферного воздуха – выявить их роль в накоплении и трансформации радионуклидного загрязнения. Сформирована теоретическая основа для построения, прогностических моделей оценки радиационного риска, а также для анализа долгосрочных изменений радиационной обстановки в специфических условиях горных экосистем Центральноазиатского региона.

Положения, выносимые на защиту:

- проведение всесторонней оценки потенциальной радиационной угрозы в отдельных районах Республики Таджикистан;
- исследование общей радиоэкологической ситуации на территории страны с учётом природных и техногенных факторов;
- анализ накопления и распределения радионуклидов в почвенных горизонтах различных регионов и изучение содержания радионуклидов в поверхностных и подземных водах, а также в атмосферном воздухе, включая аэрозольные компоненты.

Практическая значимость исследования; результаты исследования обладают высокой прикладной ценностью. Они могут быть использованы для оптимизации систем радиационного мониторинга, повышения точности оценки текущего состояния окружающей среды и разработки эффективных мер по снижению уровня радиоактивного загрязнения. На их основе возможно формирование рекомендаций по обеспечению радиационной безопасности населения, особенно в районах, прилегающих к промышленным объектам и хвостохранилищам. Предложенные методический подходы могут быть внедрены в практику экологического контроля, управления радиоактивными и токсичными отходами, а также при разработке нормативно-правовых актов и стандартов в области радиоэкологии и охраны окружающей среды.

Степень достоверность результатов обеспечивается проведением серии независимых лабораторных и полевых экспериментов, включающих химический анализ множественных образцов, отобранных в разных точках наблюдения. Дополнительно выполнены измерения концентрации радона в закрытых помещениях с использованием современных высокоточных приборов последнего поколения.

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

Область исследования соответствует паспорту специальности 2.9. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (2.9.6. 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 энергетики 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.

Личный вклад автора. Автором диссертационного исследования осуществлён всесторонний сбор и систематизация литературных источников, относящихся к тематике работы. Осуществлены полевые работы по отбору проб различных типов с последующим проведением радионуклидных измерений; выполнен комплексный анализ радиационного состояния исследуемых природных компонентов, включая статистическую обработку и интерпретацию полученных данных; проведена научная апробация результатов, включая участие в профильных конференциях, подготовку публикаций и обсуждение экспериментальных выводов в научном сообществе.

Апробация диссертации и информация об использовании её результатов. Основные выводы и результаты диссертационного исследования были представлены и обсуждены на ряде научных конференций и тематических семинаров, посвящённых вопросам радиационной экологии, охраны окружающей среды и ядерной безопасности, включая следующие: Международная НТК «Перспективы использования материалов устойчивых к коррозии в промышленности РТ» (Душанбе, 2018); III Международная НТК «Роль молодых учёных в развитии науки, инноваций и технологий». (Душанбе, 2018); II Международный научный форум «Ядерная наука и технология» (Алматы, Казахстан, 2019); IV Международная научная конференция «Вопросы физической и координационной химии» (Душанбе, 2019); XV Нумановские чтения «Академик И. У. Нуманов и развитие химической науки в Таджикистане» (Душанбе, Таджикистан, 2019); Республиканская НПК «Современные проблемы физики конденсированного состояния и ядерной физики», посвящённая 20-летию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования. (Душанбе, Таджикистан, 2020); Международная научная конференция «Сахаровские чтения 2017-2020 гг.: экологические проблемы XXI века» (Минск, Беларусь, 2020); Республиканская НПК (III-годовая) ГОУ «Хатлонский государственный медицинский университет», посвящённая 30-летию XVI-ой сессии Верховного Совета Республики Таджикистан (Дангара, Таджикистан, 2022); Международная НТК «Инновационные технологии одинарных, комплексных и органоминеральных удобрений» (Ташкент, Узбекистан, 2022); Международная НТК «Химическая, биологическая, радиационная и ядерная безопасность: достижения, проблемы и будущие перспективы» (Гулистан, Таджикистан, 2023).

Публикации по теме диссертации. На основе материалов диссертационного исследования опубликовано 21 научных работ, включая 8 статей в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК Республики Таджикистан. Представлено 13 тезисов докладов на международных и национальных научных конференциях. Получен один Малый патент Республики Таджикистан, отражающий прикладной аспект исследования.

Структура и объём диссертации. Диссертация оформлена на 166 страницах, включает 19 таблицу и 26 иллюстраций. Состоит из введения, четырёх содержательных глав, заключения, формулировки основных выводов и списка использованных источников, насчитывающего 139 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение раскрывает актуальность, цель, задачи, а также научную и практическую значимость исследования.

В первой главе рассматриваются радиоэкологические проблемы, история формирования поля радиоактивного загрязнения и источники радиационной опасности в республике Таджикистан.

Во второй главе приведены данные о радиоэкологической оценке содержания природных радионуклидов в почвах, содержание изотопа цезия-137, мониторинг радоновой активности в дошкольных и школьных зданиях и в биосфере Таджикистана.

В третьей главе изучена радиоэкологический мониторинг природных и культурно-исторических объектов Таджикистана.

В четвертой главе изложена обобщенная оценка результатов об оценке радиационной ситуации и проблемы радиационной экологии в Республике Таджикистан.

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В БИОСФЕРЕ ТАДЖИКИСТАНА

Изучение содержания природных радионуклидов в почвах юго-западных и восточных районов Республики Таджикистан

Человеческий организм ежедневно подвергается внешнему воздействию ионизирующего излучения, исходящего от множества природных источников. К ним относятся радиоактивные элементы, содержащиеся в земной коре, почвенных слоях, атмосферных аэрозолях, водных системах и строительных материалах, используемых в жилой и промышленной архитектуре. Существенную роль также играет космическое излучение.

Однако не менее значимым компонентом радиационного фона является внутреннее облучение, обусловленное присутствием в организме человека естественных радионуклидов - за исключением радона. Согласно обобщенным оценкам, вклад внутренних радионуклидов превышает 25% от общего воздействия природных источников и составляет порядка 0,77 мЗв/год. В совокупности с техногенными компонентами, общая годовая эффективная доза облучения человека достигает 4,06 мЗв/год.

Среди естественных радионуклидов, наиболее распространенных в земной коре, ключевыми являются: ^{232}Th , ^{226}Ra и ^{40}K . Их вклад в облучение населения примерно в два раза превышает влияние космических лучей, уступая лишь радону и медицинским источникам.

Радиоактивные вещества являются естественной частью окружающей среды и играют важную роль в биологических процессах. Они входят в состав питательных сред, необходимых для роста и развития растений, животных и человека. Однако при превышении допустимых концентраций они могут оказывать негативное влияние на здоровье - способствуя развитию онкологических заболеваний, таких как лейкемия, нарушая кровообращение, снижая функциональную активность жизненно важных органов и систем. Хроническое воздействие даже низких доз радиации может привести к накоплению мутаций и ослаблению иммунной защиты организма.

Содержание изотопа цезия-137 в почвенном покрове центрального и южного Таджикистана

Одним из наиболее распространенных и устойчивых техногенных радионуклидов является Cs-137. Он обладает высокой химической стабильностью и выраженной способностью к сорбции, широко распространен в различных компонентах окружающей среды. Его присутствие фиксируется в почвенных горизонтах, донных отложениях пресноводных и морских водоёмов, а также в составе атмосферных осадков. Благодаря этим свойствам, ^{137}Cs используется как индикатор радиационного загрязнения и как инструмент ретроспективного анализа техногенных воздействий.

В рамках настоящего раздела представлены результаты исследований, направленных на выявление пространственной структуры распределения Cs -137 в почвенном покрове ряда

районов центральной и южной части Таджикистана. Исследование основано на анализе проб, отобранных в период с 2018 по 2020 годы. Особое внимание уделено влиянию рельефа местности и механического состава грунтов на концентрацию Cs -137.

Для достижения поставленных целей исследования, направленного на изучение пространственного распределения техногенного радионуклида Cs -137 в почвенном покрове центрального и южного Таджикистана, был реализован комплекс задач, включающий следующие ключевые этапы:

- идентификация объектов исследования и анализ рельефа местности;
- выбор репрезентативных точек и отбор почвенных проб;
- лабораторная обработка и анализ проб;
- оценка характера пространственного распределения радионуклида;
- картографирование содержания Cs-137 - с использованием полученных данных составлена тематическая карта, отражающая уровни загрязнения почв Cs -137 в центральной и южной части Республики Таджикистан.

На рисунке 1 представлена диаграмма, отражающая средние значения активности радионуклида Cs-137. Полученные данные позволяют оценить пространственное распределение Cs -137, а также выявить потенциальные зоны накопления радионуклидов в зависимости от типа почвы и характера землепользования.

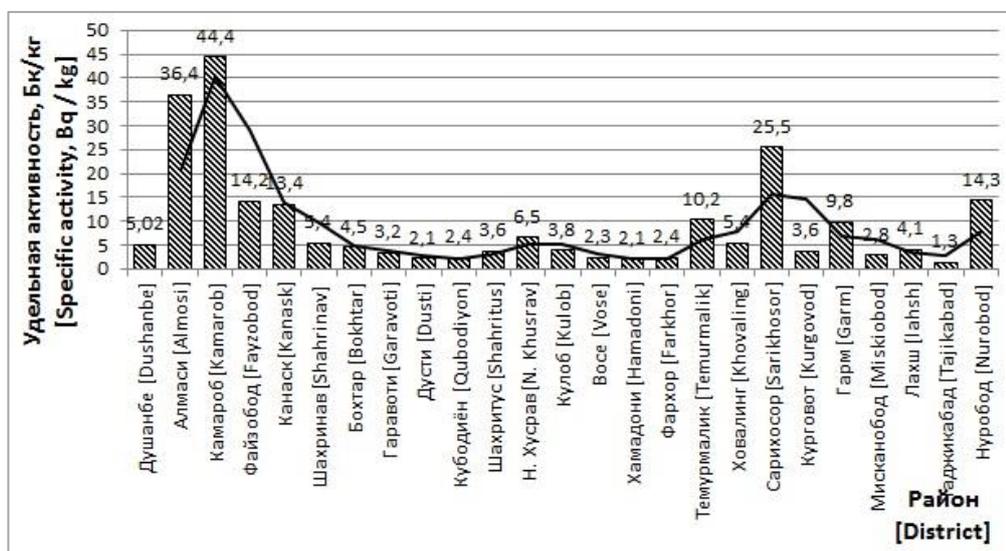


Рисунок 1. – Средняя удельная активность Cs -137 в почвах: графическое представление по центральному и южному регионам Таджикистана

Анализ показал, что уровень активности Cs -137 варьируется в зависимости от региона, что может быть обусловлено как природными факторами (рельеф, тип почвы, климат), так и антропогенными воздействиями (сельскохозяйственная деятельность, исторические техногенные выбросы).

Энергетический спектр гамма-излучения, представленный на рисунке 2, демонстрирует выраженный пик полного поглощения, соответствующий изотопу Cs -137 с энергией 661 кэВ. Его интенсивность значительно превышает уровни активности природных радионуклидов — ^{235}U , ^{238}U , ^{232}Th и ^{40}K .

Такая конфигурация способствует интенсивному накоплению аэрозольных осадков, пылевых частиц и других атмосферных компонентов, включая техногенные радионуклиды.

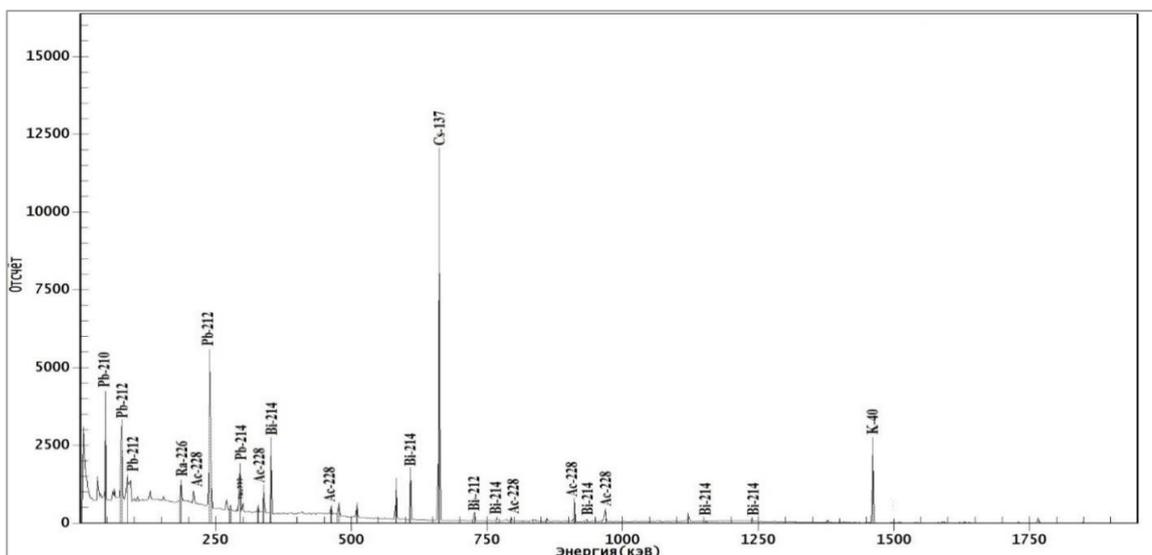


Рисунок 2. – Характеристика гамма-активности почвы: спектр пробы №1 из Камароб

На рисунке 3 представлена тематическая карта, демонстрирующая географическое распределение средних значений удельной активности радионуклида Cs -137 в почвах различных регионов страны. Все значения выражены в беккерелях на килограмм (Бк/кг). Визуализация на карте наглядно отражает выраженную пространственную неоднородность радиационного фона, обусловленного как природными, так и антропогенными факторами. Чётко прослеживаются участки с повышенным содержанием ^{137}Cs , что может быть связано с особенностями рельефа, климатическими условиями, характером почв и историческим выпадением радионуклидов в результате глобальных ядерных событий.

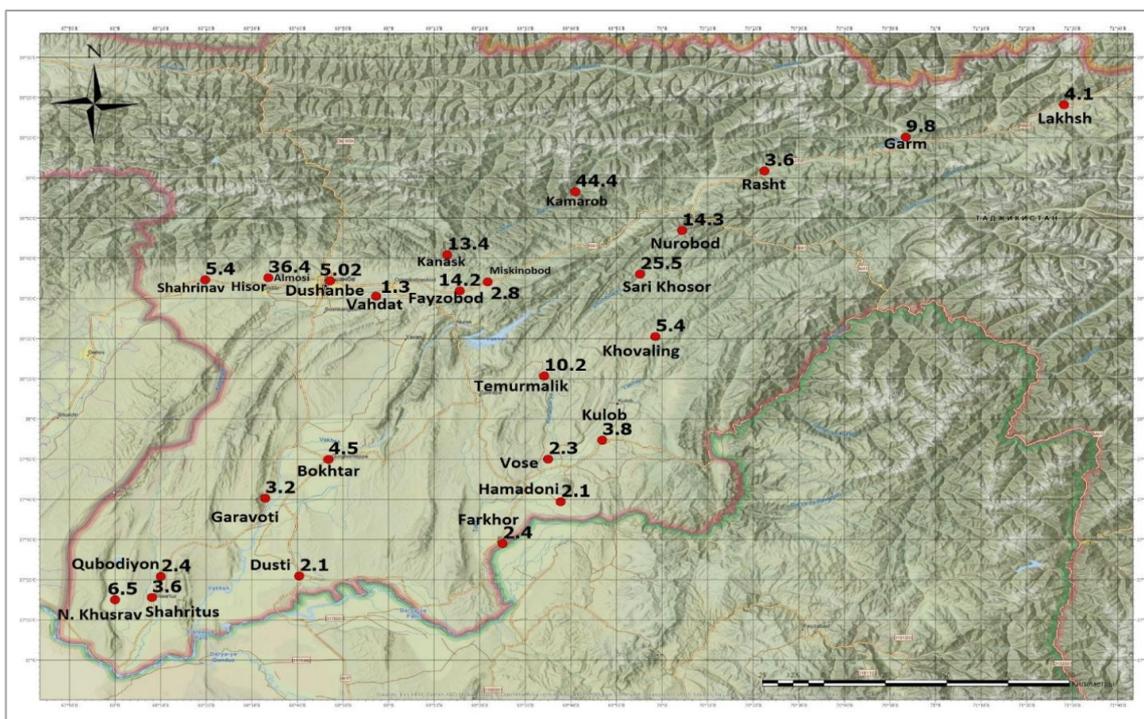


Рисунок 3. – Геопространственное распределение активности Cs -137 в почвах на территории Таджикистана (Бк/кг)

Экологическое воздействие изотопа Cs -137 на окружающую среду Таджикистана

В данном разделе рассматриваются особенности пространственного распределения радионуклида Cs -137 в почвах различных регионов Таджикистана с учётом рельефа

местности и гранулометрического состава грунта. Работы по отбору проб охватывали широкий спектр природных ландшафтов, отражающих географическое и экологическое разнообразие территории Таджикистана.

Пробоотбор осуществлялся поэтапно: первый этап (2018–2020 гг.) - охватывал центральные, южные и юго-восточные районы страны, включая участки с разнообразным рельефом и климатическими условиями. Второй этап (2021–2022 гг.) - был сосредоточен на северных территориях, с акцентом на горные и предгорные зоны. Выбор точек пробоотбора осуществлялся с учётом геоморфологических особенностей местности, механического состава почв, что позволило охватить широкий спектр природных условий.

На основе сопоставления данных по удельной активности Cs -137 в различных регионах Таджикистана выявлены устойчивые закономерности пространственного распределения радионуклида. Результаты измерений, представленные на рисунке 4, демонстрируют значительную вариативность уровней загрязнения в зависимости от географического положения и рельефа местности.



Рисунок 4. – Территориальное деление Таджикистана по областям и районам

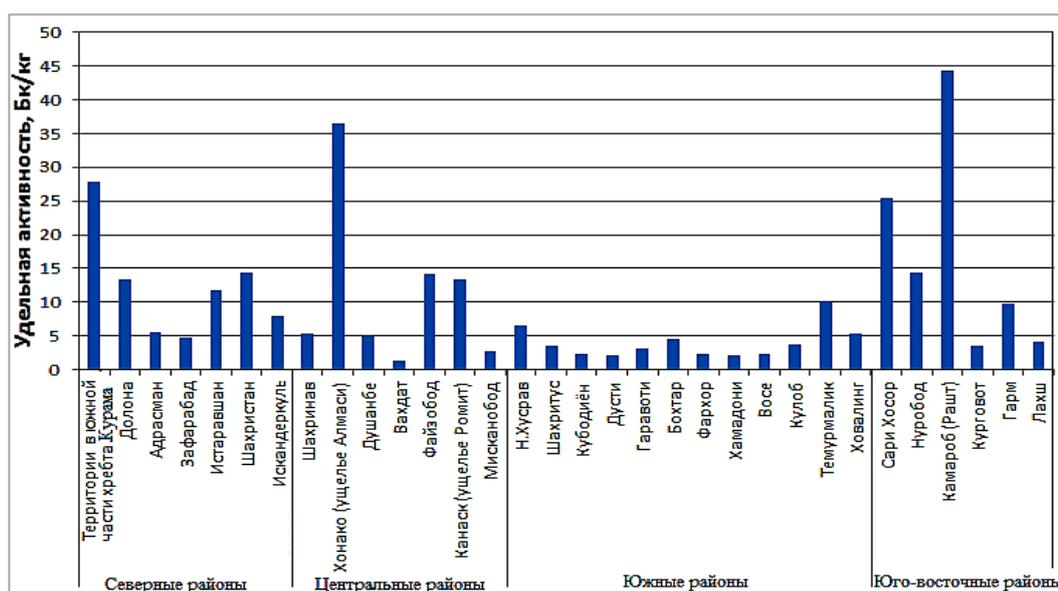


Рисунок 5. – Распределение содержания Cs -137 в почвенном покрове: сравнительный анализ по регионам

Основным источником поступления Cs -137 в почвенный покров являются атмосферные осадки и аэрозольный перенос. Воздушные массы, движущиеся с юга и юго-востока, транспортируют радиоактивные частицы, оседающие на поверхности горных хребтов. Особенно значимым фактором выступает региональная пылевая взвесь, известная как «Афганец» - многокомпонентный аэрозоль, содержащий радионуклиды, способные накапливаться в верхних частях горных систем. После осаждения на возвышенных участках, радионуклиды подвергаются перераспределению под действием природных процессов - водной и ветровой эрозии, гравитационного смыва, а также селевых потоков. Эти механизмы способствуют нисходящей миграции загрязняющих веществ, приводя к их концентрации у подножий склонов, что подтверждается результатами пробоотбора, фиксирующими повышенные уровни активности в нижних частях рельефа.

Радиационно-гигиеническая оценка содержания и распределения цезия-137 в различных районах Таджикистана

В данном разделе подробно рассмотрено пространственное распределение радиоактивного изотопа Cs -137 в почвенных горизонтах ряда административных территорий Таджикистана. Представлены обобщённые результаты анализа содержания ^{137}Cs в образцах почвы, собранных в период с 2018 по 2020 год. Особое внимание уделено влиянию геоморфологических особенностей местности и гранулометрического состава грунтов на концентрацию радионуклида. В результате проведённого комплексного анализа были выявлены ключевые закономерности, характеризующие пространственное распределение техногенного радионуклида Cs -137 в почвенном покрове центральных и южных регионов республики.

Для достижения поставленных научных целей была реализована последовательная методологическая схема, включающая следующие этапы:

- картографическая идентификация исследуемых территорий с последующим анализом их топографических и геоморфологических характеристик;
- выбор репрезентативных точек пробоотбора в пределах каждого района с учётом рельефа, типа почвы и характера землепользования, а также проведение полевого сбора образцов;
- лабораторная обработка проб, включающая физико-химическую подготовку, радиометрический анализ и статистическую обработку полученных результатов;
- изучение пространственной дифференциации содержания ^{137}Cs в почвах, с целью выявления зон локального накопления, оценки степени техногенного воздействия и построения карт загрязнения;
- применение результатов анализа для составления тематической карты, отражающей уровни загрязнения почв радионуклидом ^{137}Cs на территории Таджикистана.

Районы, охваченные исследованием, включают широкий спектр природных ландшафтов, что позволило получить более полную картину распределения радионуклида. Среди изученных географических зон - альпийские луга с богатой флорой, высокогорные и равнинные пустынные участки, а также узкие речные каньоны, окружённые массивными скалистыми хребтами.

Результаты проведённого анализа представлены в виде диаграммы на рисунке 6, которая наглядно демонстрирует различия в накоплении радионуклида между двумя типами земель. Согласно визуализированным данным, в образцах, отобранных с гористых участков, не подвергавшихся механической обработке, концентрация ^{137}Cs оказалась заметно выше по сравнению с обработанными сельскохозяйственными полями. Это может быть связано с тем, что на необрабатываемых территориях отсутствует регулярное перемешивание почвенных горизонтов, что способствует сохранению радионуклида в верхних слоях.



Рисунок 6. – Сравнительный анализ содержания ^{137}Cs в почвах Хатлонской области

В противоположность этому, на обрабатываемых землях, где регулярно проводятся агротехнические мероприятия (вспашка, рыхление, посев), происходит активное перемешивание почвы, что способствует более равномерному распределению радионуклида по вертикальному профилю и, как следствие, снижению его концентрации в поверхностных слоях.

Интересным наблюдением в ходе исследования стало то, что в образцах, отобранных с обработанных сельскохозяйственных участков равнинных территорий, средняя удельная активность радионуклида ^{137}Cs оказалась выше, чем в почвах, не подвергавшихся аграрному воздействию. Такая закономерность, на первый взгляд противоречащая ожиданиям, вероятно, объясняется географической близостью пахотных земель к необрабатываемым участкам, с которых происходит перенос наносов - особенно в условиях эрозионных процессов и сезонных осадков. В результате регулярной механической обработки почвы, включая вспашку и рыхление, ^{137}Cs перемещается вглубь профиля и накапливается преимущественно на глубине 20–25 см.

В целом, характер распределения ^{137}Cs в исследованных образцах можно считать типичным для регионов с аналогичными природными условиями. Проведённые исследования подтвердили, что вертикальное распределение радионуклида тесно связано с происхождением и морфологией почв. Наибольшие значения удельной активности были зафиксированы в горных районах и на участках, не подвергавшихся сельскохозяйственной обработке, что согласуется с ранее выявленными закономерностями миграции радионуклидов в условиях слабой механической трансформации почвенного профиля.

Мониторинг радоновой активности в дошкольных и школьных зданиях юга Таджикистана

Основной вклад в суммарную дозу радиационного воздействия на человека в условиях повседневной жизни вносят природные источники ионизирующего излучения. К ним относятся гамма-излучение, исходящее от земной поверхности, космические лучи, проникающие из внешнего пространства, а также радон - радиоактивный газ, образующийся в результате распада урана и тория, присутствующих в земной коре. Особую значимость приобретает мониторинг уровней облучения именно в закрытых помещениях, поскольку именно здесь человек проводит большую часть времени и подвергается наиболее продолжительному воздействию радона и его дочерних продуктов распада.

Радиационный фон внутри зданий формируется преимущественно за счёт активности трёх основных природных долгоживущих радионуклидов: радия-226, тория-232 и калия-40.

Эти элементы естественным образом присутствуют в строительных материалах, горных породах и почве, и их излучение оказывает постоянное фоновое воздействие на человека. Дополнительный вклад в радиационную нагрузку может вносить техногенный радионуклид - цезий-137, который иногда обнаруживается в строительных конструкциях.

Кроме того, воздух внутри помещений может содержать активные изотопы радона и его дочерние продукты, такие как полоний-218 и полоний-214, которые оседают на поверхностях и могут быть ингалированы, представляя собой значительный фактор внутреннего облучения.

С целью обеспечения радиационной безопасности населения, в нормативных документах Республики Таджикистан — НРБ-2006 (СанПиН 2.6.1.001-06) - установлены контрольные уровни содержания радона в воздухе помещений. Для зданий, находящихся на стадии строительства или недавно введённых в эксплуатацию, предельное значение концентрации радона составляет ≤ 100 Бк/м³. Для жилых объектов, заселённых ранее, допустимый уровень повышается до ≤ 200 Бк/м³.

Дети и подростки представляют собой особенно уязвимую категорию населения в контексте воздействия радона - природного источника ионизирующего излучения. Повышенная чувствительность развивающегося организма к радиационному фону делает проблему радонового облучения в детской среде особенно актуальной. Именно поэтому во многих странах мира образовательные программы по радиационной безопасности включают отдельные модули, посвящённые радону, ориентированные на школьников и молодёжь.

В рамках настоящего исследования, направленного на оценку радонового воздействия и разработку профилактических мер, был реализован комплекс мероприятий, включающих следующие этапы:

- определены здания и помещения, представляющие интерес с точки зрения потенциального радонового риска, в которых были установлены экспозиметры для длительного сбора данных;
- проведена систематизация полученных измерений, рассчитаны индивидуальные дозы облучения с учётом конструктивных особенностей зданий, вентиляции, плотности застройки и других факторов;
- выполнено геологическое зонирование территорий с учётом состава грунта, наличия тектонических нарушений и других параметров, влияющих на миграцию радона из недр;
- сформулированы практические меры по снижению уровня радонового облучения в помещениях, включая улучшение вентиляции, герметизацию строительных швов, использование материалов с низкой радиоактивностью;
- на основе собранных данных составлена радоновая карта Хатлонской области, отражающая уровни потенциальной опасности и позволяющая выделить зоны, требующие приоритетного внимания и регулярного мониторинга.

Для проведения оценки уровня радонового загрязнения воздуха в помещениях, используемых дошкольными организациями и образовательными учреждениями Хатлонской области, а также для контроля соблюдения санитарных норм по эффективной дозе внутреннего облучения от радона (ЭРОА), регламентированных нормативом НРБ-2006, была применена методика интегрального мониторинга с использованием трековых сенсоров и последующим анализом полученных данных.

Дополнительно были проведены измерения эквивалентной равновесной объёмной активности радона (ЭРОА) в помещениях, расположенных на разных этажах зданий школ и детских садов, в два сезонных периода - в отопительный сезон и в тёплое время года.

Анализ данных, представленных на диаграммах (рисунки 7–10).

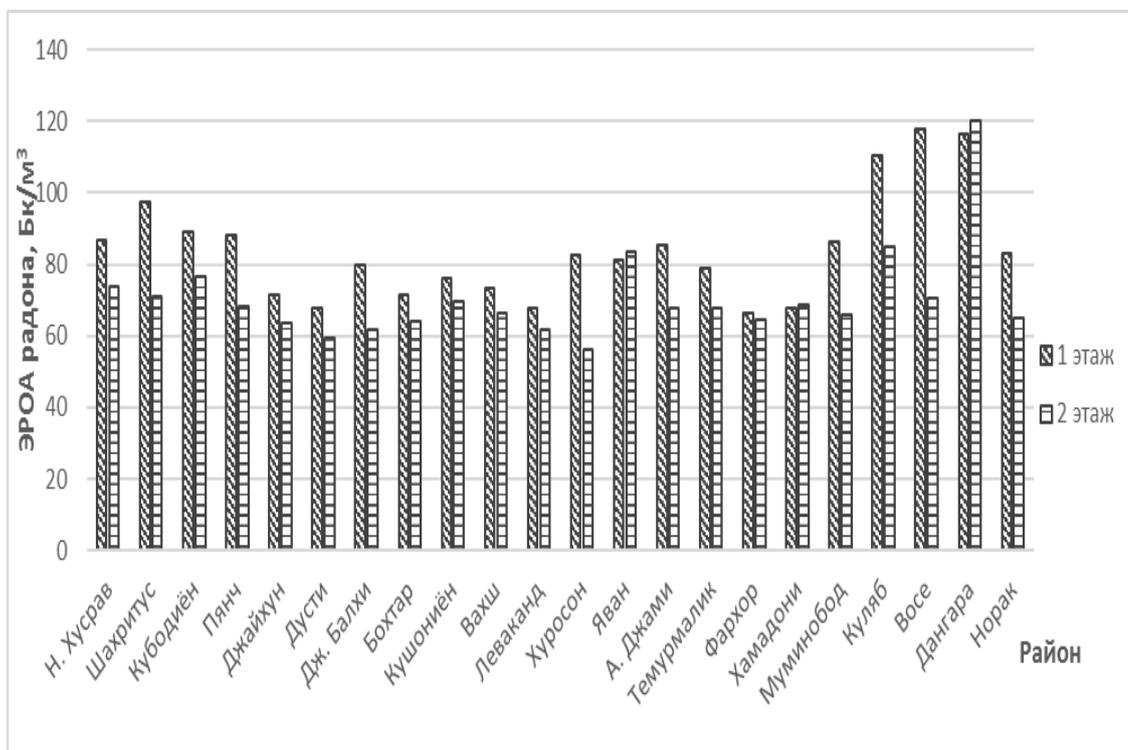


Рисунок 7. – ЭРОА района в школьных учреждениях Хатлона: данные мониторинга в течение отопительного сезона

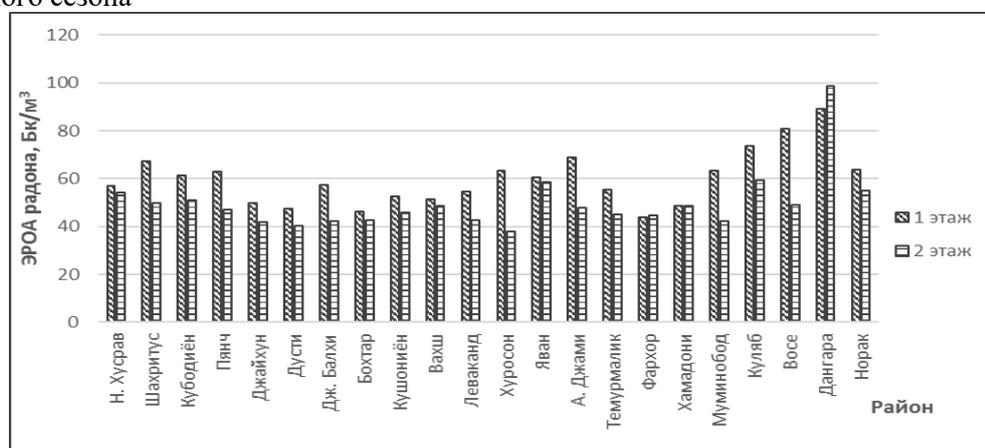


Рисунок 8. – ЭРОА района в школьных учреждениях Хатлона: данные мониторинга в тёплое время года

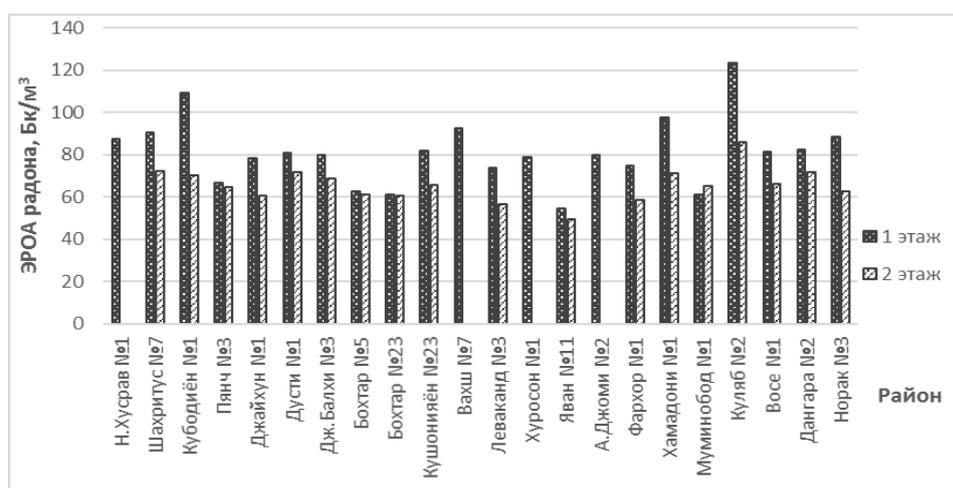


Рисунок 9 – ЭРОА района в (дошкольных учреждениях (детских садах) Хатлона: данные мониторинга в течение отопительного сезона

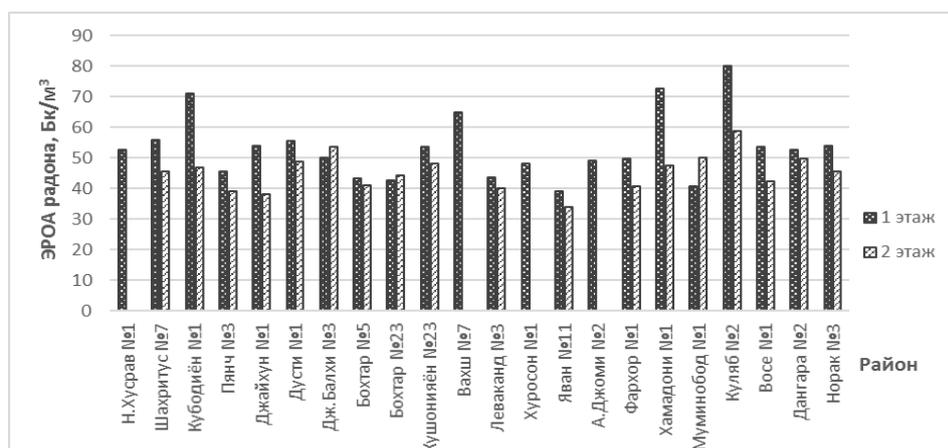


Рисунок 10. – ЭРОА радона в (дошкольных учреждениях (детских садах) Хатлона: данные мониторинга в тёплое время года

Кроме того, были рассчитаны средние геометрические значения (медианные показатели) (рисунок 11).

Согласно данным, визуализированным на рисунке 11, основная доля статистически обработанных значений среднегодовой эквивалентной равновесной объёмной активности радона (ЭРОА) в помещениях, расположенных на первых этажах зданий в районах Хатлонской области, сосредоточена в пределах 70 Бк/м³. В то же время, на вторых этажах аналогичных объектов преобладающее значение ЭРОА составляет около 60 Бк/м³.

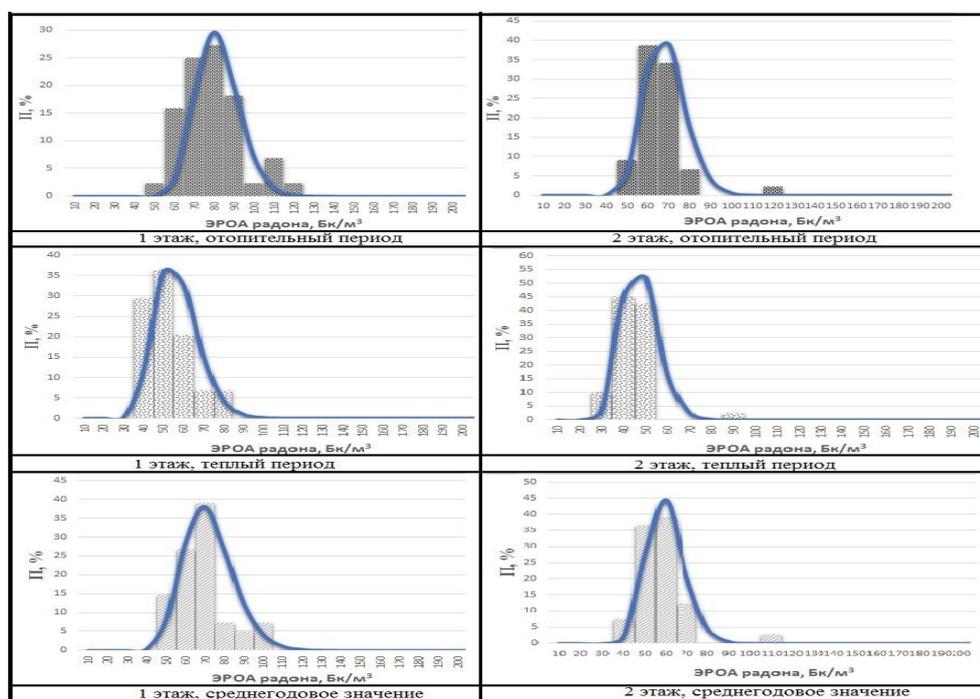


Рисунок 11. – Анализ этажной зависимости ЭРОА радона с логнормальной аппроксимацией (огibaющие линии – логнормальные распределения)

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ И КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ТАДЖИКИСТАНА

Радиоэкологический мониторинг минеральных руд Таджикистана

Таджикистан, обладая статусом индустриально-аграрной республики, сталкивается с острой необходимостью в развитии технологий переработки минерального сырья. В связи с этим задача всесторонней и эффективной переработки рудных ресурсов приобретает первостепенное значение для экономики страны и её устойчивого развития.

В рамках научного исследования нами был осуществлён радиоэкологический анализ, включающий широкий спектр радиометрических наблюдений, охватывающих различные геологические объекты на территории Республики Таджикистан. Мониторинг охватил месторождения нерудных минералов, таких как данбурит, фосфорит, флюорит и другие, а также участки добычи рудного золота, цветных и редкоземельных металлов.

В таблице 1 представлены данные по удельной активности радионуклидов, полученные при анализе проб, собранных с различных месторождений минерального сырья на территории Таджикистана.

Таблица 1. – Результаты измерений удельной активности (Бк/кг) радионуклидов в минеральных пробах (Таджикистан)

Пробы руды	Удельные активности			
	K-40	Ra-226	Th-232	U-238
Данбурит	3.2±1.1	14.4±1.3	3.0±0.4	-
Нефелин-сиенитовые руды	1649.3±68.4	63.0±5.9	33.7±0.7	21.1±2.5
Руда флюоритовая	30.56±4.3	92.2±8.1	34.2±1.0	-
Айни – сурьмяные и ртутные руды	106.8±4.6	15.0±7.5	-	12.4±1.4
Тарор - золотоносные руды	108.4±4.6	32.4±2.6	-	12.5±1.0
Дуоба - золотоносные руды	786.4±32.8	59.7±5.4	30.6±0.7	14.4±3.5

В ходе проведённого мониторинга радиационного фона на территории Риватского фосфоритового месторождения были получены усреднённые значения мощности экспозиционной дозы (МЭД) для различных участков. Согласно результатам измерений:

- В северной зоне месторождения среднеарифметическая МЭД составила 0.252 мкЗв/ч.
- В южной части - 0.185 мкЗв/ч.

Эти показатели свидетельствуют о том, что уровень радиационного воздействия на обследованных участках находится в пределах установленных санитарно-гигиенических нормативов, что позволяет вести работы без необходимости введения дополнительных ограничений. Однако в процессе обследования были зафиксированы локальные участки с незначительными превышениями допустимых значений МЭД, преимущественно на открытых поверхностях месторождения.

Радиоэкологический мониторинг на некоторых исторических и туристических объектах Таджикистана

Каждый год Таджикистан привлекает множество путешественников, стремящихся познакомиться с его богатым культурным наследием и уникальными достопримечательностями. Среди них особое внимание уделяется историческим памятникам и туристическим локациям, разбросанным по всей территории страны. В эпоху древности при возведении оборонительных сооружений - таких как крепости и замки - активно применялись природные строительные материалы, включая камень и гранит. Однако некоторые из этих пород могут содержать в себе значительные количества природных радиоактивных элементов.

Туристические зоны, расположенные в горных районах, зачастую находятся в непосредственной близости от геологических образований и месторождений, богатых ураном и торием - элементами, относящимися к радиоактивному уран-ториевому ряду. Эти участки представляют интерес не только для туристов, но и для научного сообщества: специалисты по радиационной безопасности регулярно проводят исследования, чтобы оценить возможное влияние таких объектов на здоровье населения. Излучение, исходящее от природных источников, способно внести ощутимый вклад в совокупную годовую дозу радиационного воздействия на человека.

В рамках радиоэкологического анализа были обследованы два значимых объекта - древняя крепость Хулбук и живописный туристический объект Чилдухтарон

На рисунке 12 представлены координаты точек, в которых проводились измерения мощности дозы гамма-излучения как внутри крепости, так и на прилегающей территории. Полученные результаты показали, что уровень гамма-фона в исследуемом районе варьируется от 0,09 до 0,12 микрозиверт в час, что ниже среднего значения радиационного фона, зарегистрированного по территории Таджикистана.



Рисунок 12. – Схема точек мониторинга радиационного фона на территории исторического объекта - крепости Хулбук

Результаты радионуклидного анализа показали, что уровень суммарной активности альфа-излучающих радионуклидов составил 0,03 Бк/л, а бета-излучающих - 0,34 Бк/л. Эти значения находятся значительно ниже предельно допустимых уровней, установленных действующими нормативами, и не представляют угрозы для здоровья населения.

Одним из наиболее ярких и живописных объектов района является туристическая достопримечательность Чилдухтарон. Эта местность, окружённая величественными горами, зелёными лугами, густыми лесами и кристально чистыми родниками, неизменно вызывает восхищение у путешественников.

Исследования охватывали преимущественно участки вокруг горы, которая является центральным элементом туристического маршрута и популярным местом для прогулок (рисунок 13).

Полученные данные показали, что мощность дозы гамма-излучения на исследуемом участке варьируется от 0,08 до 0,18 микрозиверт в час.



Рисунок 13. – Схема точек мониторинга радиационного фона на территории объекта - Чилдухтарон

Также была проведена оценка качества воды, взятой из родникового источника, расположенного в непосредственной близости от исследуемой местности. Измеренная суммарная активность альфа- и бета-излучающих радионуклидов составила 0.02 Бк/л и 0.28 Бк/л соответственно, что находится в пределах установленных нормативов.

Радиационное обследование древнего города Карон Дарвазского района Таджикистана

Благодаря богатому историко-культурному наследию, Республика Таджикистан обладает значительным потенциалом для активного развития туристической отрасли.

В этом контексте было осуществлено радиозоологическое обследование территории древнего города Карон, расположенного в Дарвазском районе Таджикистана.

Методика проведения измерений включала непрерывную пешеходную гамма-съёмку с географической привязкой каждой точки наблюдения, что позволило получить пространственно распределённую картину радиационного фона на исследуемой территории (рисунок 14). По результатам съёмки установлено, что мощность дозы гамма-излучения в пределах древнего поселения варьировалась от 0,08 до 0,13 микрозиверт в час (мкЗв/ч), что соответствует естественным значениям для региона (рисунок 15).

Анализ данных показал, что около 60% измеренных точек продемонстрировали уровни ниже 115 нанозиверт в час (нЗв/ч), что подтверждает стабильность радиационного фона и его соответствие средним показателям, характерным для территории Республики Таджикистан (рисунок 16). В ходе обследования не были выявлены участки с аномально повышенными значениями мощности дозы гамма-излучения, что позволяет сделать вывод о радиозоологической благополучности объекта.

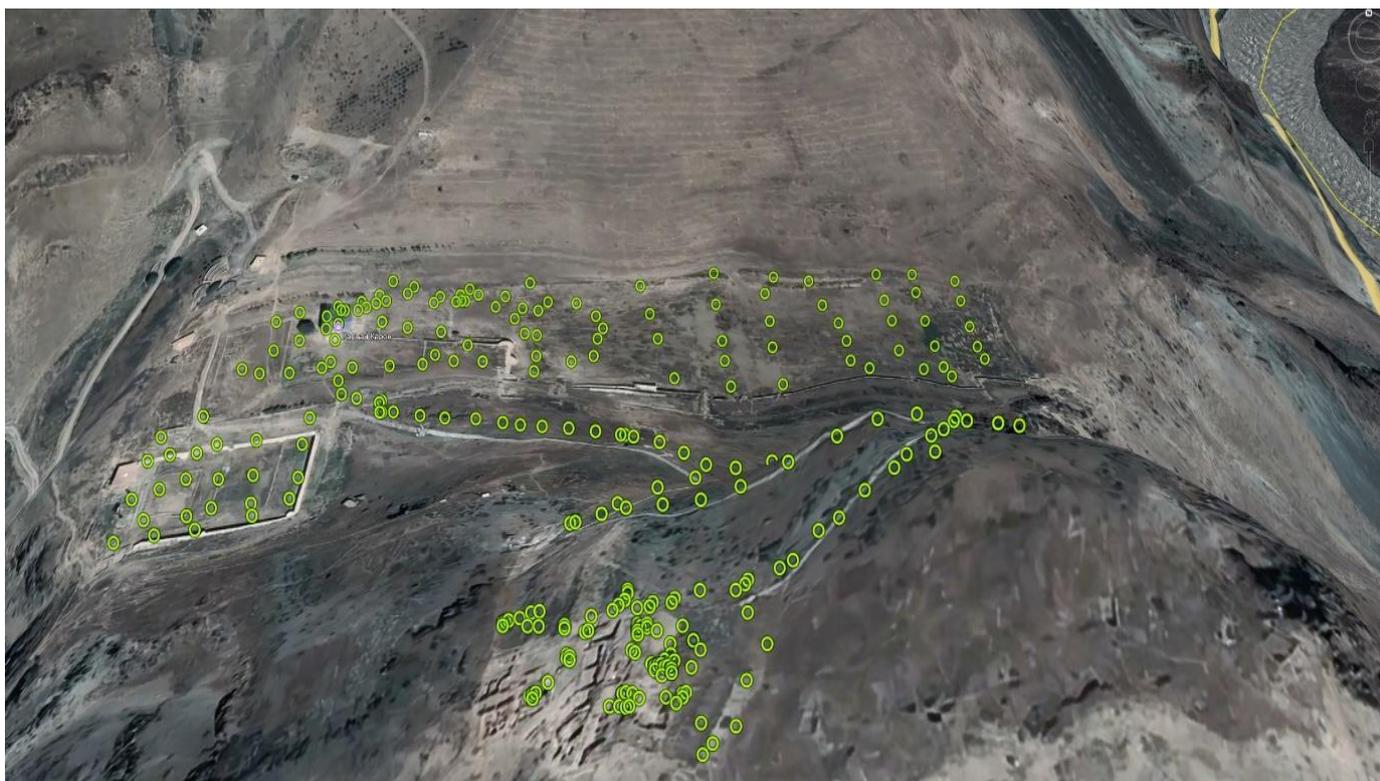


Рисунок 14.– Схема точек мониторинга радиационного фона на территории объекта - древнего города Карон

Гамма-съёмка Карон
Карон, Таджикистан, 2024 г.

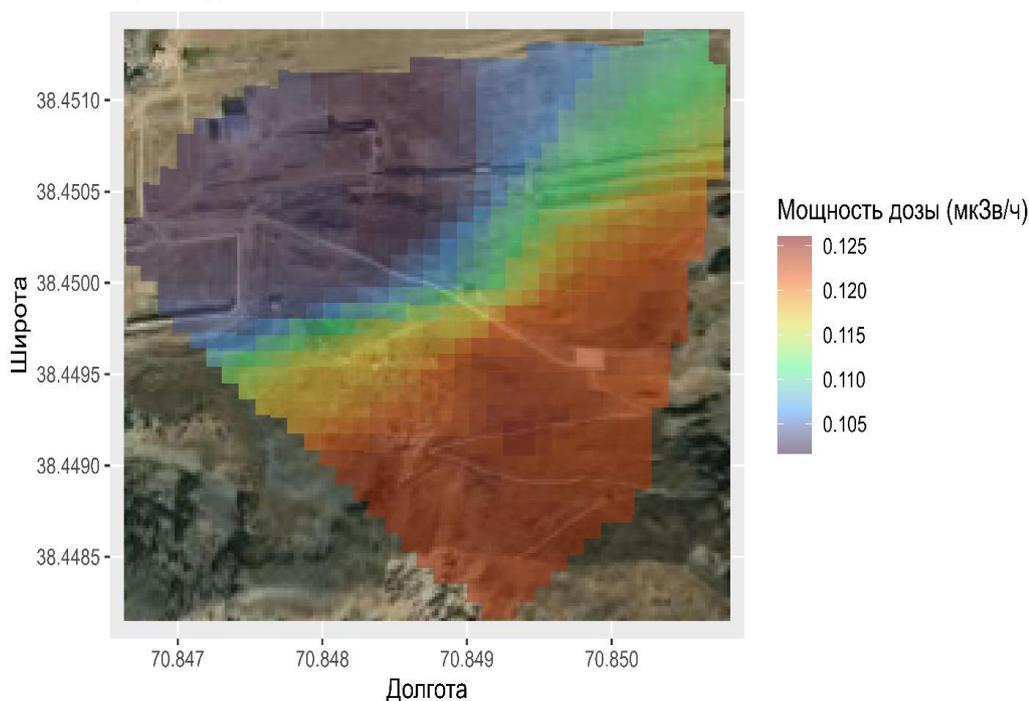


Рисунок 15. – Результаты гамма-съёмки измерения радиационного фона на территории древнего города Карон

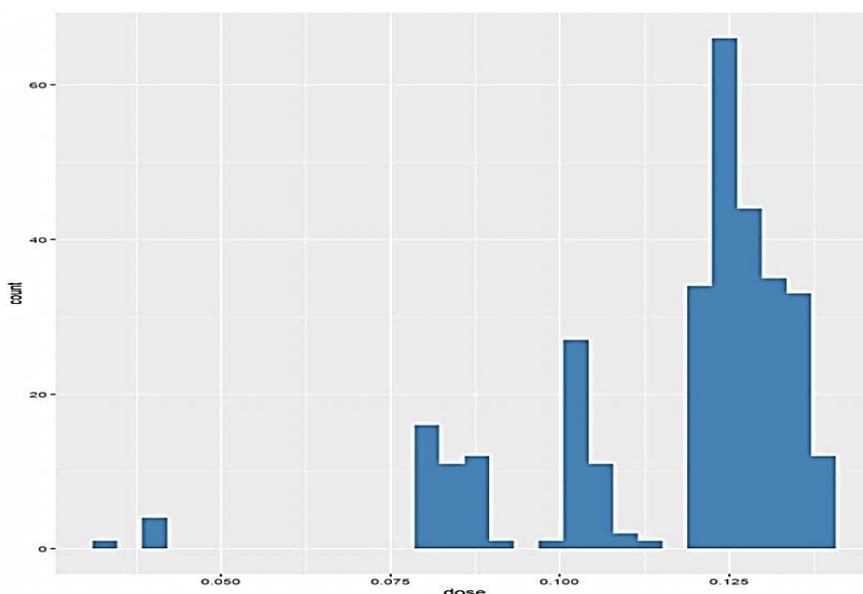


Рисунок 16. – Распределение уровней естественного радиационного фона на территории древнего города Карон

Проведённый гамма-спектрометрический анализ шести почвенных образцов, отобранных на исследуемой территории, продемонстрировал наличие природных радионуклидов в концентрациях, не превышающих установленные нормативные пределы.

На основе проведённых исследований установлено, что древнее поселение Карон, расположенное в Дарвазском районе Таджикистана, не представляет радиационной угрозы и может безопасно посещаться как местными жителями, так и туристами.

В работе также изучено радиационное обследование исторического объекта «Тахти Сангин», расположенного на территории Кабодиёнского района а также объекта

«Аджинатеппа» в районе Кушониён Республики Таджикистан.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Оценка радиационной ситуации в Таджикистане

Важнейшим фактором в оценке радиационной обстановки является содержание радона в помещениях и изотопа Cs -137 в почвах. Известно, что радон входит в состав радиоактивных рядов ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th . Кроме того, радон выделяется при распаде радия. Радон относительно быстро покидает кристаллическую решётку минерала, попадает в воздух и растворяется в воде.

Концентрация радона в атмосферном воздухе определяется прежде всего геологическими условиями местности. Так, гранитные породы, богатые ураном, служат активными источниками радона, тогда как над морскими акваториями его содержание минимально. Существенное влияние оказывает и погодный фактор: во время осадков микроскопические трещины в почве, через которые радон мигрирует в атмосферу, заполняются водой, а снежный покров дополнительно ограничивает его выход на поверхность.

Особую значимость для здоровья человека представляет радиационный фон внутри помещений (РФП), который формируется под воздействием как природных, так и техногенных источников ионизирующего излучения. РФП включает компоненты земного происхождения (естественные радионуклиды) и космическое излучение, а также может быть усилен за счёт строительных материалов и инженерных решений.

К основным долгоживущим природным радионуклидам, влияющим на уровень радиационного фона в зданиях, относятся радий-226, торий-232 и калий-40. Кроме того, в строительных конструкциях может присутствовать техногенный цезий-137, а в воздухе - короткоживущие изотопы радия и, реже, тория (с периодом полураспада менее 10 суток), которые также вносят вклад в облучение.

Согласно санитарным нормам, безопасной считается средняя плотность потока радона с поверхности грунта, не превышающая $80 \text{ мБк/м}^2 \cdot \text{с}$ для многоквартирных жилых домов и $40 \text{ мБк/м}^2 \cdot \text{с}$ для малоэтажных коттеджей. В связи с этим, при выборе участка под строительство необходимо проводить предварительное радиационное обследование территории, чтобы исключить потенциальные риски и обеспечить безопасность будущих жильцов.

Важное значение для администраций городов и районов имеют радиоэкологические карты местностей, которые позволяют выбирать места для строительства различных объектов.

Для проведения строительных работ и переработки минерального сырья необходимы предварительные измерения радионуклидов в этих материалах.

В представленной работе систематизированы данные, полученные в ходе комплексных мониторинговых исследований, проведённых специалистами Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН Таджикистана. Исследования охватывают широкий спектр территорий - от городских зон до сельских районов - и направлены на оценку радиоэкологического состояния окружающей среды. На их основе составлены радиоэкологические карты обследованных местностей, что представляет практический интерес в народно-хозяйственном плане.

В работе отражена методика проведения работ по оценке радиационно-гигиенической обстановки хвостохранилищ, методика определения содержания радона в атмосфере. Даны оценки радоноопасности территорий хвостохранилищ. Оценена потенциальная опасность хвостохранилищ для населения, проживающего вблизи хвостохранилищ.

Проблемы радиационной экологии в Республике Таджикистан

В рамках проведённого исследования была выполнена оценка концентраций природных радионуклидов в почвенном покрове юго-западных и восточных районов Республики Таджикистан. Особое внимание уделено изучению изотопа цезия-137.

Приведены результаты исследования природных радионуклидов в некоторых родниковых водах Таджикистана. Установлено, что наибольшие значения суммарной удельной альфа-активности радионуклидов отмечены в пробах воды из источников «Хоки Али» и «Навруз».

Изучена эквивалентная равновесная объёмная активность (ЭРОА) радона в зданиях дошкольных и школьных учреждений южных районов страны.

Анализ полученных данных показал, что среднегодовые значения ЭРОА радона на первых этажах зданий составляют около 70 Бк/м³, тогда как на вторых этажах - порядка 60 Бк/м³. Эти показатели находятся в пределах допустимых уровней, установленных нормативами радиационной безопасности, в частности, соответствуют требованиям НРБ-2006.

В результате выполненных исследований и анализа полученных данных удалось сформировать объективное представление о текущем радиоэкологическом состоянии различных территорий страны. Это позволяет не только оценить уровень радиационной нагрузки на окружающую среду и население, но и выстроить научно обоснованные прогнозы по дальнейшему развитию радиоэкологической обстановки в регионе.

Результаты исследования свидетельствуют, что в современных строительных конструкциях основными причинами накопления радона являются: диффузионное проникновение радона из строительных материалов, содержащих природные радионуклиды; недостаточная кратность воздухообмена, способствующая удержанию радона в замкнутом объёме помещения.

ВЫВОДЫ

Основные результаты исследования

1. На основе анализа научных и технических источников проведена оценка потенциальной радиационной угрозы, связанной с хвостохранилищами. Рассмотрено влияние накопленных радиоактивных отходов на компоненты биосферы, включая почву, воду и растительность, с учётом миграционных свойств радионуклидов [1-А, 7-А, 9-А, 10-А, 14-А, 16-А, 18-А].

2. Исследовано содержание радионуклидов в почвенном покрове различных регионов Таджикистана, с акцентом на техногенный изотоп цезий-137. Выявлены характерные закономерности его пространственного распределения, обусловленные атмосферными осадками [1-А, 6-А, 7-А, 9-А, 10-А, 11-А, 12-А, 14-А, 16-А, 18-А, 20-А].

3. Проведена оценка эффективной радиационной активности радона в зданиях дошкольных и школьных учреждений, расположенных в южных районах Республики Таджикистан. Анализ показал, что среднегодовые эффективные дозы облучения, обусловленные присутствием радона, находятся в пределах допустимых значений, установленных санитарными нормами [2-А, 8-А, 13-А, 18-А].

4. Изучено содержание радионуклидов в минеральных рудах Таджикистана. В исследованных месторождениях естественные радионуклиды находятся в пределах допустимых санитарных норм [1-А, 4-А, 6-А, 7-А, 8-А, 9-А, 10-А, 15-А, 20-А].

5. Проведён мониторинг радионуклидов на исторических и туристических объектах Таджикистана. Обследованы радиационные ситуации древнего города Карон, исторического объекта «Тахти Сангин», исторического объекта Аджинатеппа [4-А, 5-А, 6-А, 8-А, 9-А, 13-А, 17-А, 18-А, 20-А, 21-А].

Рекомендации по практическому использованию результатов:

– При использовании природных источников водоснабжения, особенно родников, в целях питьевого потребления рекомендуется проводить анализ воды на содержание радона, учитывая его потенциальную миграцию из геологических структур.

– Полученные сведения о концентрациях природных радионуклидов в почвах могут быть использованы специалистами в области почвоведения для оценки процессов эрозии, диагностики состояния почвенного покрова и других агроэкологических параметров.

– Результаты радиоэкологических измерений целесообразно учитывать при планировании и обосновании строительства жилых, социальных и инфраструктурных объектов. Это позволит минимизировать радиационные риски и обеспечить санитарную безопасность населения.

В зданиях дошкольных и школьных организаций рекомендуется внедрение радонозащитных мероприятий, включая оптимизацию вентиляционных систем, что способствует снижению концентрации радона в воздухе и улучшению условий пребывания детей и персонала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стегнар, П. Материалы электронной дискуссии «Урановые хвостохранилища: местные проблемы, региональные последствия, глобальные решения». 30.04.2009 г.
2. Reddy, R. G. Pyro- and Hydrometallurgical Processing of Uranium-Containing Waste / R. G. Reddy // JOM. - 2001. - V. 53. - № 12. - P. 28-30. - DOI: 10.1007/s11837-001-0157-x.
3. Башкин, В. Н. Экологические риски: определения и расчёты / В. Н. Башкин // Проблемы анализа риска. - 2014. – Т. 11. - № 5. - С. 4-5.
4. Радиационный экологический риск для наземной экосистемы в зоне влияния хранилища радиоактивных отходов / Г. В. Лаврентьева, О. А. Мирзеабасов, Б. И. Сынзыныс, И. В. Гешель // Радиация и риск. - 2018. – Т. 27. - № 4. - С. 65-75. 001: 10.21870/0131-3878-2018-27-4-65-75.
5. Оценка воздействия Дигмайского хвостохранилища на окружающую среду / Н. И. Беззубов, М. М. Юнусов, З. А. Разыков, Б. Г. Файзуллаев / II Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы урановой промышленности»: Сборник докладов. – Алматы, Казатомпром, 2002. - С. 181-183.
6. Цапалов, А. А. Зависимость объёмной активности радона в помещениях от разности внутренней и наружной температур воздуха / А. А. Цапалов, С. И. Кувшинников // Аппаратура и новости радиационных измерений. - 2008. - № 2. - С. 37-43.
7. Израэль, Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. - 2-е издание / Ю. А. Израэль. - Л.: Гидрометеиздат, 1984. - 560 с.
8. Лазановский, И. Н. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении / И. Н. Лазановский. - М.: Высшая школа, 1998. - 380 с.
9. Комплексные оценки качества поверхностных вод / Под ред. А. М. Никанорова. - Л.: Гидрометеиздат, 1984. - 138 с.
10. Кузин, А. М. Природный радиоактивный фон и его значение для биосферы Земли / А. М. Кузин. - М.: Наука, 1991. - 376 с.
11. Платонов, А. П. Основы общей и инженерной экологии / А. П. Платонов, В. А. Платонов. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. - 350 с.
12. Мирсаидов, И. Радиоактивные хвостохранилища Таджикистана: проблемы и решения / И. Мирсаидов, Х. М. Назаров, Дж. А. Саломов / Под ред. У. М. Мирсаидова. - Душанбе: ООО «Аршан», 2022. - 206 с.
13. Радиоэкологическая ситуация в Республике Таджикистан / И. Мирсаидова, М. З. Ахмедов, Б. Б. Баротов [и др.] / Под ред. У. М. Мирсаидова. - Душанбе: Дониш, 2021. - 114 с. Повтор с 26
14. Радиационно-гигиеническая оценка содержания и распределения цезия-137 в различных районах Таджикистана / У. М. Мирсаидов, С. В. Муминов, Б. Б. Баротов, Ш. Р. Муродов // 21 Международная научная конференция «Сахаровские чтения 2021 года: экологические проблемы XXI века». - Минск, Республика Беларусь, ИВЦ Минфина, 2021. – Ч. 2. - С. 283-286.

15. Малый патент № ТЈ 1277 Республики Таджикистан. Способ радиационного мониторинга урановых хвостохранилищ / С. В. Муминов, С. М. Бахронов, Х. М. Назаров, Е. Ю. Малышева, М. З. Ахмедов, Б. Б. Баротов, У. Мирсаидов. - № 2201627. - Заяв. 21.01.2022 г.
16. Содержание изотопов ^{210}Po и ^{210}Pb в воде искусственного озера г. Истиклола Республики Таджикистан / Х. М. Назаров, Х. И. Тиллобоев, М. М. Махмудова, У. М. Мирсаидов // Радиационная гигиена. - 2019. - Т. 12. - № 2. - С. 50-53.
17. Муртазаев, Х. Мощность экспозиционной дозы на территории Шахристанского района / Х. Муртазаев, А. Разоков, Ш. Рахимбердиев // Учёные записки Худжандского государственного университета им. академика Б. Гафурова. Серия: естественные и экономические науки. - 2016. - № 1 (36). - С. 44-48.
18. Муртазаев, Х. Общий радиационный фон северной части Туркестанского хребта (в пределах Деваштичского района) / Х. Муртазаев, Р. Рахмонова, А. Х. Муртазаев // Учёные записки Худжандского государственного университета им. академика Б. Гафурова. Серия: естественные науки. - 2017. - № 2 (41). - С. 83-90.
19. Саломов, Дж. А. О необходимости реабилитации Табошарского хвостохранилища и рекультивации хвостохранилищ региона / Дж. А. Саломов, И. У. Мирсаидов, А. М. Баротов // Международный семинар «Урановое наследие Советского Союза в Центральной Азии: проблемы и решения». – Душанбе, 2012. - С. 30-35.
20. Мирсаидов, У. М. Оценка распределения цезия-137 в почвах Таджикистана / У. М. Мирсаидов, С. В. Муминов, И. Мирсаидова // 24 Международная научная конференция «Сахаровские чтения 2021 года: экологические проблемы XXI века». - Минск, Республика Беларусь, ИВЦ Минфина, 2024. – Ч. 2. - С. 137.
21. Разработка технологических основ очистки ураносодержащих шахтных и дренажных вод от урана / Н. Хакимов, У. М. Мирсаидов, М. З. Ахмедов, М. С. Пулатов // VI Нумановские чтения. – Душанбе, 2009. - С. 226-228.
22. Радоновый мониторинг на территории Дж. Расуловского района Республики Таджикистан / И. У. Мирсаидов, Х. М. Назаров, Б. Д. Бобоев [и др.] // Известия АН Республики Таджикистан. - 2017. - № 1 (166). - С. 88-93.
23. Тиллобоев, Х. И. Исследование физико-химических показателей загрязнения природных вод тяжёлыми металлами в пос. Адрасман / Х. И. Тиллобоев, Р. О. Азизов, Д. А. Муротова // Водные ресурсы энергетика и экология. - Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ. - 2022. - Т. 2. - № 1. - С. 111-117.
24. Исследование химического состава и динамики содержания тяжелых металлов в реке Сырдарья / Х. И. Тиллобоев, Н. Бобоназарова, М. Косимова, С. Лакимова // Водные ресурсы энергетика и экология. - Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ. - 2022. - Т. 2. - № 2. - С. 87-94.
25. Технология очистки ураносодержащих шахтных и дренажных вод / Н. Хакимов, М. З. Ахмедов, Х. М. Назаров [и др.] // Известия АН Республики Таджикистан. Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. наук. - 2009. - № (135). - С. 63-71.
26. Хакимова, Н. У. Урановые хвостохранилища г. Истиклола: история, проблемы, решения / Н. У. Хакимова, М. А. Зоитова // Радиационная гигиена. - 2023. № 16 (2). - С. 102-113. <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2023-16-2-102-113>.
27. Хакимов, Н. Очистка шахтных и дренажных вод от урана / Н. Хакимов, У. М. Мирсаидов, М. З. Ахмедов // Республиканская научно-практическая конференция «Современные проблемы химии, химической технологии и металлургии». – Душанбе, 2009. – С. 238-239.
28. Радионуклидный мониторинг местности Сари Хосор Балджуонского района Республики Таджикистан / Б. Б. Баротов, Ф. А. Хамидов, С. В. Муминов [и др.] // Республиканская научно-практическая конференция «Современные проблемы физики

конденсированное состояние и ядерная физика», посвященная 20-летию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования». – Душанбе, 2020. – С. 326.

29. Назаров, Х. М. Оценка радоноопасности территории Дигмайского хвостохранилища / Х. М. Назаров, Б. Д. Бобоев, К. А. Эрматов // XXI век. Техносферная безопасность. - 2017. - Т. 2. - № 3. - С. 44-48.

30. Радиологическая карта населённых пунктов Республики Таджикистан / И. У. Мирсаидов, Ф. А. Хамидов, Б. Б. Баротов [и др.] // Республиканская научно-практическая конференция «Современные проблемы физики конденсированное состояние и ядерная физика», посвященная 20-летию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования». – Душанбе, 2020. – С. 278.

31. Радионуклидный мониторинг ущелья Канаск Вахдатского района Республики Таджикистан / Б. Б. Баротов, Ф. А. Хамидов, С. В. Муминов [и др.] // Республиканская научно-практическая конференция «Современные проблемы физики конденсированное состояние и ядерная физика», посвященная 20-летию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования». – Душанбе, 2020. – С. 320.

32. Мирсаидов, И. У. Физико-химическое состояние урана в шахтных ураносодержащих водах и в супесчаных почвах / И. У. Мирсаидов, Х. М. Назаров, Ф. Дж. Саломов // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2013. - Т. 56. - № 9. - С. 726-729.

33. Муминов, С. В. Изучение содержание природных радионуклидов в почвах некоторых районов Таджикистана / С. В. Муминов // Доклады НАН Таджикистана. – 2022. - Т. 61. - № 3. – С. 293-295.

34. Муминов, С.В. Радионуклиды в строительных материалах Таджикистана / С.В. Муминов, Б.Б. Баротов, Ф.А. Хамидов, М.Д. Бобоёров, И.У. Мирсаидов // Сборник материалов XV Нумановских чтений «Современное состояние химической науки и использование ее достижений в народном хозяйстве РТ». – Душанбе, 2019. - С.167-169.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

*Статьи, опубликованные в научных журналах, рекомендованных
ВАК при Президенте Республики Таджикистан*

[1-А]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Содержание цезия-137 в почвенном покрове Центрального и Южного Таджикистана / С. В. Муминов, Б. Б. Баротов, У. М. Мирсаидов, Ш. Р. Муродов, Дж. А. Саломов, И. Мирсаидзода // Радиационная гигиена. - 2021. – № 2. – С. 66-71.

[2-А]. **Murodov, Sh. R.** [Sh. Murodzoda] Radon EEC in the Southern Region's Preschool and School Institution's Buildings of the Republic of Tajikistan / U. M. Mirsaidov, S. V. Muminov, B. B. Barotov, I. U. Mirsaidov, Sh. R. Murodov // Modern Environmental Science and Engineering (ISSN 2333-2581). – 2021. – V. 7. - № 10. – P.1010-1016.

[3-А]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Разработка методики радиационного контроля исторических памятников Таджикистана / Ш. Р. Муродов // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. — 2021. - № 2 (215). - С. 178-185. - ISSN 2413-4568.

[4-А]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Проведение радиоэкологического мониторинга на историческом объекте Аджинатеппа в районе Кушониён Таджикистана / Ш. Р. Муродов, Ф. С. Мухидинова, С. С. Рахматшоев, Б. Б. Баротов, И. Мирсаидзода // Доклады НАН Таджикистана. – 2023. – Т. 66. - № 11-12. – С. 685-689.

[5-А]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Проведение радиационного обследования на историческом объекте «Тахти Сангин» в Кабодиёнском районе Таджикистана / Ш. Р. Муродов, Ф. А. Хамидов, Ф. С. Мухидинова, С. С. Рахматшоев, М. М. Шокиров, У. М. Мирсаидов, М. А. Гафуров // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава (научный журнал). Серия естественных наук. - 2023. - № 1(10). - С. 32-35. - ISSN 2412-8270.

[6-А]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Радиоэкологический мониторинг на некоторых исторических и туристических объектах Таджикистана / И. Мирсаидзода (И. Мирсаидов), Б. Б. Баротов, Ш. Р. Муродов, Ф. С. Мухидинова, У. М. Мирсаидов // Известия НАН Таджикистана. Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. наук. - 2024. - № 1 (194). – С. 93-96.

[7-А]. **Муродзода, Ш.** Радионуклиды в почвах Таджикистана / Ш. Муродзода (Ш. Р. Муродов), С. В. Муминов, И. Мирсаидзода (И. У. Мирсаидов), И. Ф. Рахимов // Доклады НАН Таджикистана. – 2025. – Т. 68. - №8. – С. 827-832.

[8-А]. **Муродов, Ш.Р.** Радионуклиды в воздушном бассейне Таджикистана / Ш.Муродзода (Ш.Р. Муродов), С.В.Муминов, И.Мирсаидзода (И.У. Мирсаидов), член-корреспондент НАН Таджикистана И.Ф.Рахимов // Доклады НАН Таджикистана. – 2025. – Т. 68. - № 9-10 – С.956-960

Публикации в материалах научных конференций:

[9-А]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Удельная суммарная активность радионуклидов в воде источников питьевого водоснабжения южных районов Республики Таджикистан / С. В. Муминов, Ш. Р. Муродов, Ф. С. Мухидинова, Б. Б. Баротов, И. У. Мирсаидов // XV Нумановские чтения «Современное состояние химической науки и использование её достижений в народном хозяйстве РТ». – Душанбе, 2019. – С. 153-155.

[10-А]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Радиологический мониторинг минеральных руд Таджикистана / Ф. А. Хамидов, Б. Б. Баротов, Ш. Р. Муродов, И. У. Мирсаидов, Ш. Г. Шосафарова // XV Нумановские чтения. – Душанбе, Институт химии АН РТ, 2019. – С. 169-171.

[11-А]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Изучение содержания природных радионуклидов в почвах Юго-Западных и Восточных районов Республики Таджикистан / С. В. Муминов, Б. Б. Баротов, Ш. Р. Муродов, У. М. Мирсаидов // Республиканская научно-практическая конференция «Современные проблемы физики конденсированного состояния и ядерная физика», посвящённая 20-летию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования. – Душанбе, 2020. – С. 303-306.

[12-А]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Радиационно-гигиеническая оценка содержания и распределения цезия-137 в различных районах Таджикистана / У. М. Мирсаидов, С. В. Муминов, Б. Б. Баротов, Ш. Р. Муродов // Международная научная конференция «Сахаровские чтения 2021 года: экологические проблемы XXI века». - Минск, Республика Беларусь, 2021. – Ч. 2. – С. 283-286.

[13-А]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Особенности распределения цезия-137 в почвах Республики Таджикистан за счёт атмосферных выпадений / У. М. Мирсаидов, С. В. Муминов, С. М. Бахронов, Ш. Р. Муродов, З. Н. Сайфиева // Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Актуальные вопросы радиационной гигиены». - Санкт-Петербург, 2023. – С. 206-210.

[14-А]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Исследования в области радиоэкологии в Таджикистане / С. В. Муминов, М. М. Хакдодов, С. М. Бахронов, Ш. Р. Муродов, И. Мирсаидзода // XVIII Нумановские чтения «Развитие современной химии и её теоретические и практические аспекты». - Душанбе, 2023. – С. 243-244.

[15-А]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Распределение цезия-137 в почвенном покрове Таджикистана / М. З. Ахмедов, С. В. Муминов, Х. М. Назаров, Ш. А. Рахимбердиев, Ш. Р. Муродов // XVIII Нумановские чтения «Развитие современной химии и её теоретические и практические аспекты». - Душанбе, 2023. – С. 244-247.

[16-А]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Содержание радионуклидов в почвах Таджикистана / С. В. Муминов, Ш. Р. Муродов, Ф. З. Шафиев, Ш. Б. Каримова // Республиканская научно-практическая конференция молодых учёных «Наука глазами молодых учёных», посвящённая объявлению 2024 года «Годом правового образования». – Душанбе, 2024. – С. 396-399.

[17-А]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Экологическое воздействие изотопа цезия-137 на окружающую среду Таджикистана / С. В. Муминов, М. А. Зоитова, С. М. Бахронов, Ш. Р. Муродов, И. Мирсаидзода // Международная научно-практическая конференция: «Цифровая индустрия и энергетическое развитие глазами учёных и исследователей». – Бохтар, Таджикистан, 2024. – С. 138-142.

[18-А]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Радиационная ситуация в культурно-историческом комплексе «Крепость Худжанд» г. Худжанда согдийской области Республики Таджикистан / Х. М. Назаров, К. А. Эрматов, Ф. Х. Гаффорова, Ш. Р. Муродов // Международная научно-практическая конференция «Перспективы использования ядерной технологии и проблемы радиационной безопасности в государствах Центральной Азии». – Душанбе, 2025. – С. 117-120.

[19-А]. **Муродзода, Ш. Р.** Радионуклидный мониторинг биосреды Таджикистана / Ш. Муродзода, С. В. Муминов, И. Мирсаидзода, И. Ф. Рахимов // XX Нумановские чтения «Современные этапы развития химических наук: Актуальные вопросы теории и практики». – Душанбе, 2025. – С.22-25.

[20-А]. **Муродзода, Ш. Р.** Оценка распределение цезия-137 в почвах северного, центрального и южного Таджикистана / С.В. Муминов, М.З Ахмедов, Ш. Р. Муродзода, И. Ф. Рахимов // Сборник материалов научно-практической конференции «Оценка воздействия урановых хвостохранилищ на окружающую среду», посвящённой 80-летию памяти Нумонджона Хакимова 18-19 сентября 2025г. – С. 51-55.

[21-А]. **Муродзода, Ш. Р.** Химический состав воды реки сырдарьи в зонах разного функционального использования (в пределах северного Таджикистана) / Ф.Х. Гаффорова, Ш. Р. Муродзода, И. Ф. Рахимов, Ф.З. Шафиев // борник материалов научно-практической конференции «Оценка воздействия урановых хвостохранилищ на окружающую среду», посвящённой 80-летию памяти Нумонджона Хакимова 18-19 сентября 2025г. – С. 65-70.

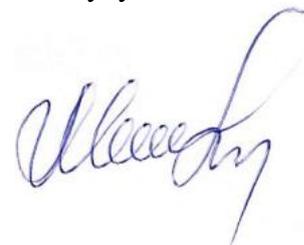
Патенты и изобретения:

[22-А]. Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 1222. Сухая отделочная строительная смесь / И. Мирсаидзода, Д. И. Мирзоев, Х. М. Назаров, Б. Б. Баротов, **Ш. Р. Муродов**, Ф. А. Хамидов, У. Мирсаидов. - 21.10.2020.

**АКАДЕМИЯИ МИЛЛИИ ИЛМҲОИ ТОҶИКИСТОН
АГЕНТИИ АМНИЯТИ ХИМИЯВӢ, БИОЛОГӢ,
РАДИАТСИОНӢ ВА ЯДРОӢ**

**ВБД:504.064: 504.064.75 (575.3)
ТКБ: 20.18
М – 90**

Бо ҳуқуқи дастнавис



МУРОДЗОДА ШОҲИН РУСТАМ

**АРЗӢБИИ ЭКОЛОГИИ МАВҶУДИЯТИ РАДИОНУКЛИДҲОИ МУҲИТИ БИОЛОГӢ
ВА МОНИТОРИНГИ ВАЗӢЯТИ РАДИАТСИОНӢ ДАР МИНТАҚАҲОИ
ТОҶИКИСТОН**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

барои дарёфти дараҷаи илмии номзади илмҳои техникӣ аз рӯи ихтисоси
2.9. Бехатарии фаъолияти ҳаёт ва ҳифзи муҳити зист (2.9.6. Экология)

Душанбе – 2026

Диссертатсия дар шӯбаи бехатарии ядрӣ ва радиатсионии Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон иҷро шудааст.

Роҳбари илмӣ:

Раҳимов Исмадулло Фатҳуллоевич – доктори илмҳои тиббӣ, профессор, узви вобастаи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, мудири лаборатории фармакология, Институти химияи ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

Муқарризони расмӣ:

Абдуллозода Сабур Фузайл - доктори илмҳои физикию математикӣ, профессор, мудири лабораторияи физикаи атмосфера, Институти физикаю техникаи ба номи С.У. Умарови Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

Гулаёзов Мачид Шоназарович - номзади илмҳои ҷуғрофӣ, ҳаммудири Маркази илмию тадқиқотии экология ва муҳити зисти Осӣи Марказӣ

Муассисаи пешбар:

Донишкадаи кӯҳию металлургии Тоҷикистон

Ҳимояи диссертатсия «05» майи соли 2026, соати 14.⁰⁰ дар ҷаласаи Шӯрои диссертатсионии 6D.КOA-091 назди Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ баргузор мегардад. Суроға: 734042, ш. Душанбе, хиёбони академик Раҷабовҳо, 10А, E-mail: hboboev1967@gmail.com.

Бо мухтавои диссертатсия ва автореферати он дар китобхонаи илмӣ ва сомонаи расмии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ www.ttu.tj шинос шудан мумкин аст.

Автореферат «_____» _____ соли 2026 фиристода шуд.

Котиби илми
шӯрои диссертатсионӣ,
номзади илмҳои техникӣ, и.в. дотсент



Бобоев Х.Б.

МУҚАДДИМА

Мубрамият ва зарурати гузаронидани тадқиқот оид ба ин мушкилот. Масъалаҳое, ки ба таъмини устувории радиоэкологӣ алоқаманданд, барои Ҷумҳурии Тоҷикистон аҳамияти махсус касб мекунад ва ин бо назардошти мавҷудияти шумораи зиёди партовҳои радиоактивӣ дар қаламрави кишвар, ки пас аз истехсолоти уран боқӣ мондаанд ва дар давраи саноатикунони Иттиҳоди Шӯравӣ фаъолон инкишоф ёфта буданд, мебошад. Ин объектҳои техногенӣ асосан дар минтақаҳои шимолӣ кишвар ҷойгир буда, ҳамчун манбаи эҳтимолии хатар ҳам барои саломатии аҳоли ва ҳам барои муҳити табиӣ боқӣ мемонанд. Аз ҷумлаи таҳдидҳои асосӣ вайроншавии иншооти муҳандисӣ, ки барои нигоҳ доштани маводи радиоактивӣ пешбинӣ шудаанд, шустани радионуклидҳо ба системаҳои обии сатҳӣ ва зеризаминӣ, инчунин паҳншавии зарраҳои радиоактивӣ бо массаҳо ҳавой мебошад, ки метавонанд ба ифлосшавии дуҷуминдараҷаи қаламравҳои васеъ ва мушкилшавии вазъияти экологӣ оварда расонанд. Вазъияти радиатсионӣ дар кишвар на танҳо таҳти таъсири мероси саноати коркарди уран, балки дар натиҷаи интиқоли ҷаҳонии радионуклидҳо, ба монанди сезий-137 ва стронсий-90, ки дар натиҷаи санҷишҳои ядрӣ ва садамаҳо пайдо шудаанд, ташаккул меёбад. Омили иловагӣ мавҷудияти табиӣ элементҳои радиоактивӣ – уран, торий ва радий дар хокҳо, маводи кӯҳӣ ва нишебҳои обрав мебошад. Дар қатори ноҳияҳо сатҳи баландшудаи радиатсия дар манбаъҳои оби ошомиданӣ, дар қабати хок ва дар атмосфера мушоҳида мешавад. Диққати махсусро бояд ба назорати мунтазами радиатсионӣ-экологӣ дар қаламрави ёдгориҳои мероси фарҳангӣ ва таърихӣ, инчунин дар ноҳияҳои конҳои табиӣ, ки дар онҳо ҳолатҳои аз ҳад зиёдшавии заминаи радиатсионӣ иҷозатдодашуда қайд карда мешаванд, равона кард. Маълумоти ба даст овардашуда на танҳо барои ҳифзи сокинони маҳаллӣ ва сайёҳон, балки барои шаклгирии маълумоти дақиқ оид ба вазъи радиатсионӣ дар миқёси тамоми ҷумҳурӣ аҳамияти муҳим доранд.

Дараҷаи коркарди илмӣ мушкилоти таҳқиқшаванда. Дараҷаи коркардшавии мушкилоти илмӣ баррасишаванда бо анҷом додани таҳлили баррасишаванда ва ҷамъбасти тадқиқоти илмӣ мавҷуда дар соҳаи экологияи радиатсионӣ тавсиф мегардад. Ҳамзамон, бояд зикр намуд, ки дар шароити Ҷумҳурии Тоҷикистон равишҳои методологӣ ва асосҳои назариявӣ омӯзиши ин мушкилот то имрӯз ба қадри кофӣ ташаккул наёфтаанд ва ба таҳлили амиқи минбаъдаи илмӣ ва систематикунонӣ ниёз доранд.

Асоси назариявӣ-методологӣ таҳқиқоти мазкурро асарҳои олимони ватанӣ ва хориҷӣ, ки ба масъалаҳои экологияи радиатсионӣ, бехатарии радиатсионӣ ва мониторинги экологӣ бахшида шудаанд, ташкил медиҳанд. Аз ҷумла, дар қор нашрияҳои илмӣ чунин муаллифон, чун Стегнар, П. [2], Башкин, В. Н. [3], Г. В. Лаврентева, О. А. Мирзеабасов [4], Н. И. Беззубов, М. М. Юнусов [5], Сапалов, А. А. [6], Израэл, Ю. А. [7], Лазановский, И. Н. [8], А. М. Никанорова. [9], Кузин, А. М. [10], Платонов, А. П. [11] ва дигар муҳаққиқон истифода шудаанд, ки дар рушди ин самти илм саҳми назаррас гузоштаанд.

Дар қори мазкур тадқиқоти муаллифони ватанӣ аҳамияти махсус доранд, ки ба мониторинги радиатсионӣ ҳудудҳои ҳаммарз бо партовгоҳҳо, омӯзиши равандҳои муҳочирати радионуклиди сезий-137 дар минтақаҳои алоҳидаи Тоҷикистон, гузаронидани мониторинги радон дар ноҳияҳои шимолӣ кишвар, инчунин таҳлили ифлосшавиҳои ҷангу газ дар минтақаҳои табиӣ аридӣ машғул будаанд. Ба ин гурӯҳи муҳаққиқон У.М. Мирсаидов [12-16], Х. Муртазаев [17-18], И.У. Мирсаидов [19-22], Х. И. Тиллобоев, [23-24], М. З. Аҳмедов [25], Н. Ҳақимова [26-27], Ф. А. Ҳамидов [28], Х.М. Назаров [29], Б.Б. Баротов [30-31], Ҷ.А. Саломов [32], Муминов, С. В. [33-34] ва дигар олимони шомил мебошанд.

Алоқамандии қор бо барномаҳои илмӣ (лоиҳаҳо), мавзӯҳо. Тадқиқоти диссертатсионӣ мазкур дар доираи татбиқи як қатор лоиҳаҳо ва барномаҳои илмӣ дараҷаи минтақавӣ, ки ба инкишофи тадқиқоти радиоэкологӣ ва баланд бардоштани сатҳи бехатарии радиатсионӣ равона шудаанд, иҷро гардидааст:

– асосҳои физикавӣ-химиявӣ экологияи радиатсионӣ, аз ҷумла коркарди харитаҳои радиоэкологияи минтақавӣ ва ташкили мониторинги мунтазами радиатсионӣ биосфераи Тоҷикистон (РҚД 01115ТJ00471, давраи татбиқ: солҳои 2015–2019).

– принципҳои физикавӣ-химиявӣ истихроҷи концентратҳои уранӣ аз маъданҳои урандор ва партовҳои техногенӣ бо мақсади баланд бардоштани самаранокии коркард ва ба ҳадди ақал расонидани хатарҳои экологӣ (РҚД 0120ТJ01030, давраи татбиқ: солҳои 2020–2024).

– лоиҳаи минтақавӣ ҳамкориҳои техникий АБНА RER9153 «Таҳкими иқтисодии минтақавӣ оид ба назорат бар хатарҳои дурозмуддат барои аҳоли аз ҳисоби радон дар манзилҳо ва дар ҷойҳои корӣ» (давраи татбиқ: солҳои 2018–2020).

ТАВСИФИ УМУМИИ КОР

Мақсади таҳқиқот. Арзёбии радиоэкологии мавҷудияти паҳншавии фазой ва динамикаи радионуклидҳои ҳам табиӣ ва ҳам антропогенӣ дар доираи биосфераи Ҷумҳурии Тоҷикистон мебошад. Муайян кардани сатҳҳои таъсири радиатсионӣ ба ҷузъҳои калидии муҳити зист, аз ҷумла уфуқиҳои хокӣ, захираҳои обӣ ва ҳавоии атмосферӣ, ки бо мақсади ошкор намудани дараҷаи фишори экологӣ ва таҳдидҳои эҳтимолӣ барои саломатии аҳоли равона шудаанд. Таҳлили омилҳои, ки ба ҷамъшавии радионуклидҳо дар муҳитҳои гуногуни табиӣ мусоидат мекунанд ва арзёбии таъсири биологии онҳо. Коркарди маҷмӯи тавсияҳои илмӣ асоснокшуда, ки ба ҳадди ақал расонидани хатарҳои радиатсионӣ, беҳтар гардонидани вазъияти экологӣ ва баланд бардоштани сатҳи беҳатарии радиоэкологӣ дар қаламрави ҷумҳурӣ равона шудаанд.

Вазифаҳои таҳқиқот:

– таҳлили мушкилоти радиоэкологӣ, ки бо партовгоҳҳои радиоактивӣ саноати уранӣ дар Тоҷикистон алоқаманданд, гузаронидан ва таъсири онҳоро ба муҳити зист ва аҳоли арзёбӣ намудан;

– вазъияти радиатсионии муосирро дар минтақаҳои гуногуни ҷумҳурӣ бо назардошти манбаъҳои табиӣ ва техногенӣ афканишоти ионофар омӯختан;

– мундариҷа ва тақсими радионуклидҳои табиӣ (уран, торий, радий, калий-40)-ро дар хокҳо ва обҳои Тоҷикистон муайян кардан;

– арзёбии радиоэкологии ҷамъшавӣ ва паҳншавии радионуклиди техногенӣ сезий-137-ро дар хокҳои ноҳияҳои гуногун ва таъсири онро ба экосистемаҳо гузаронидан;

– сатҳи ЭМФХ (эквиваленти мувозинатии фаъолияти ҳаҷми)-и радонро дар биноҳои муассасаҳои таълимии ноҳияҳои ҷанубии кишвар тадқиқ намудан;

– мониторинги радиоэкологии маъданҳои минералӣ, инчунин объектҳои фарҳангӣ, таърихӣ ва сайёҳиро гузаронидан;

Объекти таҳқиқот. Ба объекти тадқиқот элементҳои табиӣ ва антропогенӣ табдилёфтаи биосфера, аз ҷумла сохторҳои хокӣ, ҳавзаҳои обии сатҳӣ ва зеризаминӣ, ҳавоии атмосферӣ, инчунин организмҳои зинда, ки таҳти таъсири радионуклидҳо қарор доранд, мансубанд. Инчунин минтақаҳои қаламравӣ бо дараҷаи гуногуни ифлосшавии радиатсионӣ дохил мешаванд.

Мавзӯи таҳқиқот. Арзёбии равандҳои ҷамъшавӣ, тақсими фазой ва табдилёбии концентратсияи элементҳои радиоактивӣ дар ҷузъҳои гуногуни биосфера мебошад. Омӯзиши механизмҳои интиқоли радионуклидҳо дар муҳити табиӣ, коркард ва тақмил додани равияҳои методологӣ ба арзёбии беҳатарии радиатсионӣ ва назорати экологии қаламравӣ, ки таҳти ифлосшавии радиоактивӣ қарор гирифтаанд.

Навгониҳои илмӣ:

– таҳлили радиоэкологии ҳолати биосфераи Ҷумҳурии Тоҷикистон гузаронида шуд, ки ҷузъҳои калидии табиӣ – пӯшидашавӣ бо хок, захираҳои обӣ ва ҳавоии атмосфериро фаро мегирад. Арзёбӣ бо назардошти таъсири ҳам манбаъҳои табиӣ ва ҳам техногенӣ афканишоти ионофар, аз ҷумла ифлосшавии боқимонда, ки бо фаъолияти уран истихроҷкунӣ алоқаманд аст, иҷро гардидааст.

– хусусиятҳои ҳоси тақсими фазоии радионуклидҳо дар хокҳои минтақаҳои ҷуғрофӣ гуногуни кишвар ошкор карда шуданд. Диққати махсус ба сезий-137, ки дар натиҷаи боришҳои атмосферӣ ҷаҳонӣ ворид гардидааст, равона карда шуд.

– маълумоти нав дар бораи концентратсияи радионуклидҳои табиӣ (аз ҷумла уран, радий ва торий) дар обҳои, ки барои таъминоти обрасонии ошомидани истифода мешаванд, инчунин дар манбаъҳои чашмаҳо ба даст оварда шуд, ки арзёбии дақиқтари хатарҳои радиатсионӣ-гигиенӣ барои аҳолиро таъмин мекунад.

– дар минтақаҳои ҷанубии кишвар ҷенкунии ғаболияти эквивалентии мувозинатии радон дар дохили биноҳои, ки барои истиқомати кӯдакон, яъне муассисаҳои томактабӣ ва мактабӣ, гузаронида шуд.

Аҳамияти назариявӣ. Натиҷаҳои тадқиқоти гузаронидашуда тасаввуротро дар бораи механизмҳои ташаккули, кӯчиш ва тақсими фазои ҳам радионуклидҳои табиӣ ва ҳам техногенӣ дар доираи биосфераи Ҷумҳурии Тоҷикистон ба таври назаррас васеъ мекунад. Натиҷаҳои ба даст овардашуда имкон медиҳанд, ки параметрҳои радиоэкологии ҷузъҳои асосии муҳити зист, яъне руйпушкунӣ хокҳо, гидросфера ва ҳавои атмосферӣ – дақиқ карда шаванд ва нақши онҳо дар ҷамъшавӣ ва табдилёбии ифлосшавии радионуклидӣ ошкор карда шаванд. Асоси назариявӣ барои сохтани моделҳои пешгӯикунандаи арзёбии хатари радиатсионӣ, инчунин барои таҳлили тағйироти дарозмуддати вазъияти радиатсионӣ дар шароитҳои махсуси экосистемаҳои кӯҳии минтақаи Осиёи Марказӣ ташаккул дода шудааст.

Натиҷаҳои тадқиқот арзиши татбиқии баландро доранд. Онҳо метавонанд барои оптимизатсияи системаҳои мониторинги радиатсионӣ, баланд бардоштани дақиқии арзёбии ҳолати ҷорӣ муҳити зист ва коркарди тадбирҳои самарнок оид ба паст кардани сатҳи ифлосшавии радиоактивӣ истифода бурда шаванд. Дар асоси онҳо ташаккули тавсияҳо оид ба таъмини беҳатарии радиатсионии аҳоли, махсусан дар ноҳияҳои, ки ба объектҳои саноатӣ ва партовгоҳҳо наздиканд, имконпазир аст. Равияҳои методии пешниҳодшуда метавонанд дар амалияи назорати экологӣ, идоракунии партовҳои радиоактивӣ ва захролуд, инчунин ҳангоми коркарди санадҳои меъёрӣ-ҳуқуқӣ ва стандартҳо дар соҳаи радиоэкология ва муҳофизати муҳити зист татбиқ карда шаванд.

Нуктаҳои асосие, ки ба ҳимояи пешниҳод мешаванд:

– гузаронидани арзёбии ҳамаҷонибаи таҳдиди эҳтимолии радиатсионӣ дар ноҳияҳои алоҳидаи Ҷумҳурии Тоҷикистон;

– тадқиқоти вазъияти умумии радиоэкологӣ дар қаламрави кишвар бо назардошти омилҳои табиӣ ва техногенӣ;

– таҳлили ҷамъшавӣ ва тақсими радионуклидҳо дар уфуқҳои хокии минтақаҳои гуногун ва омӯзиши мавҷудияти радионуклидҳо дар обҳои сатҳӣ ва зеризаминӣ, инчунин дар ҳавои атмосферӣ, аз ҷумла ҷузъҳои аэрозолӣ.

Аҳамияти амалии таҳқиқот. Натиҷаҳои тадқиқот арзиши татбиқии баландро доранд. Онҳо метавонанд барои оптимизатсияи системаҳои мониторинги радиатсионӣ, баланд бардоштани дақиқии арзёбии ҳолати ҷорӣ муҳити зист ва коркарди тадбирҳои самарнок оид ба паст кардани сатҳи ифлосшавии радиоактивӣ истифода бурда шаванд. Дар асоси онҳо ташаккули тавсияҳо оид ба таъмини беҳатарии радиатсионии аҳоли, махсусан дар ноҳияҳои, ки ба объектҳои саноатӣ ва партовгоҳҳо наздиканд, имконпазир аст. Равияҳои методии пешниҳодшуда метавонанд дар амалияи назорати экологӣ, идоракунии партовҳои радиоактивӣ ва захролуд, инчунин ҳангоми коркарди санадҳои меъёрӣ-ҳуқуқӣ ва стандартҳо дар соҳаи радиоэкология ва муҳофизати муҳити зист татбиқ карда шаванд.

Дарачаи эҳтимолиҳои натиҷаҳо бо гузаронидани силсилаи таҷрибаҳои мустақили лабораторӣ ва саҳроӣ, ки таҳлили химиявии намунаҳои сершуморро дар нуктаҳои гуногун гирифта шудаанд, дар бар мегиранд, таъмин карда мешаванд. Иловадан, ҷенкунии концентратсияи радон дар ҳуҷраҳои пушида бо истифодаи асбобҳои муосири дақиқи насли охири иҷро гардидааст.

Мутобиқати диссертатсия ба шиносномаи ихтисоси илмӣ (формула ва соҳаи тадқиқот). Соҳаи тадқиқот ба шиносномаи ихтисоси 2.9. Беҳатарии ғаболияти ҳаёт ва ҳифзи муҳити зист (2.9.6. Экология) (аз рӯи соҳаҳо: дар сохтмон ва (Ҳоҷагии манзилию коммуналӣ) ХМК, энергетика) мувофиқи бандҳои зерин мутобиқат мекунад:

– **2.3. Экологияи татбиқӣ** – коркарди қонунҳо ва тадбирҳои амалӣ, ки ба муҳофизати табиати зинда ҳам дар сатҳи намудӣ ва ҳам дар сатҳи экосистемавӣ равона шудаанд; коркарди принципҳои эҷоди экосистемаҳои сунъӣ (системаҳои сохтмонӣ, урбосистемаҳо, агроэкосистемаҳо, объектҳои парвариши организмҳои обӣ, ХМК ва ғайра) ва идоракунии ғабюлияти онҳо. Тадқиқоти таъсири омилҳои антропогенӣ ба экосистемаҳои сатҳҳои гуногун бо мақсади коркарди меъёрҳои экологӣ асоснокшудаи таъсири ғабюлияти сохтмонӣ, хоҷагии инсон ва истифодабарии ХМК ба табиати зинда.

– **2.4. Экологияи инсон** – омӯзиши қонунҳои умумии ҳамкориҳои инсон ва биосфера, тадқиқоти таъсири шароитҳои муҳити зист (аз ҷумла эҷодшуда дар натиҷаи ғабюлияти сохтмонӣ, хоҷағӣ ва истифодабарии ХМК) ба инсон;

– **5.3. Арзёбии комплекси таъсири объектҳои энергетика** ба экосистемаҳои табиӣ ва сунъӣ, коркарди усулҳо ва воситаҳои мониторинги экологии объектҳои комплекси энергетикӣ, тадқиқот ва арзёбии таъсири соҳаи энергетикӣ ба муҳити зист, аз ҷумла дар марҳилаҳои лоиҳасозӣ ва сохтмон.

Саҳми шахсии довталаби дарёфти дараҷаи илмӣ дар таҳқиқот. Муаллиф дар тадқиқоти диссертатсионӣ ба ҷамъоварӣ ва низомнокии ҳамҷонибаи манбаъҳои адабиёт, ки ба мавзӯи кор марбутанд, анҷом додааст. Корҳои саҳроӣ оид ба гирифтани намунаҳои гуногун бо гузаронидани минбаъдаи ҷенкунии радионуклидҳо амалӣ карда шудааст; таҳлили комплекси ҳолати радиатсионии ҷузъҳои табиӣ таҳқиқшаванда, аз ҷумла коркарди омории маълумотҳои ба даст овардашуда ва тафсири онҳо иҷро гардидааст; санҷиши илмии натиҷаҳо, аз ҷумла иштирок дар конференсиҳои профилӣ, тайёр намудани нашрияҳо ва муҳокимаи хулосаҳои таҷрибавӣ гузаронида шудааст.

Тавсиб ва амалисозии натиҷаҳои диссертатсия. Хулосаҳо ва натиҷаҳои асосии тадқиқоти диссертатсионӣ дар конференсиҳои илмӣ ва семинарҳои мавзӯӣ, ки ба масъалаҳои экологияи радиатсионӣ, муҳофизати муҳити зист ва бехатарии ядрои бахшида шудаанд, пешниҳод ва муҳокима гардиданд: Конфронси илмию техникий байналмилалӣ «Дурнамоҳои истифодаи маводҳои устувор ба зангзанӣ дар саноати ҶТ» (Душанбе, 2018); Конфронси илмию техникий байналмилалӣ III «Нақши олимони ҷавон дар инкишофи илм, инноватсия ва технологияҳо» (Душанбе, 2018); Форуми илмии байналмилалӣ II «Илм ва технологияи ядрои» (Алмаато, Қазоқистон, 2019); Конфронси илмии байналмилалӣ IV «Масъалаҳои химияи физикӣ ва координатсионӣ» (Душанбе, 2019); Хонишҳои Нумановии XV «Академик И.У. Нумонов ва инкишофи илми химия дар Тоҷикистон» (Душанбе, Тоҷикистон, 2019); Конфронси илмию амалии ҷумҳуриявӣ «Мушкilotҳои муосири физикаи ҳолати ғафшшуда ва физикаи ядрои», бахшида ба 20-солагии омӯзиш ва инкишофи илмҳои табиӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илм ва маориф (Душанбе, Тоҷикистон, 2020); Конфронси илмии байналмилалӣ «Хонишҳои Сахаров солҳои 2017-2020: мушкilotҳои экологии асри XXI» (Минск, Беларус, 2020); Конфронси илмию амалии ҷумҳуриявӣ (III-солони)-и МДД «Донишгоҳи давлатии тиббии Хатлон», бахшида ба 30-солагии ҷаласаи XVI-уми Шӯрои Олии Ҷумҳурии Тоҷикистон (Данғара, Тоҷикистон, 2022); Конфронси илмию техникий байналмилалӣ «Технологияҳои инноватсионии нафақаҳои якатоифа, комплексӣ ва органоминералӣ» (Тошканд, Ўзбекистон, 2022); Конфронси илмию техникий байналмилалӣ «Бехатарии химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядрои: дастовардҳо, мушкilotҳо ва дурнамоҳои оянда» (Гулистон, Тоҷикистон, 2023).

Интишорот аз рӯйи мавзӯи диссертатсия. Дар асоси маводҳои тадқиқоти диссертатсионӣ 21 кори илмӣ нашр шудааст, аз ҷумла 8 мақола дар маҷаллаҳои тақризшаванда, ки ба рӯйхати ВАК-и Ҷумҳурии Тоҷикистон дохиланд. 13 фишурдаи мақола дар конференсиҳои илмии байналмилалӣ ва миллӣ пешниҳод гардидаанд. Як нахустпатенти Ҷумҳурии Тоҷикистон гирифта шудааст, ки ҷанбаи татбиқии тадқиқотро инъикос мекунад.

Сохтор ва ҳаҷми диссертатсия. Диссертатсия аз 166 саҳифа расмӣ иборат буда, 19 ҷадвал ва 26 тасвирро дар бар мегирад. Инчунин аз муқаддима, се боби мундариҷавӣ, хулоса, хулосаҳои асосӣ ва рӯйхати манбаъҳои истифодашуда, ки 139 номгӯйро дар бар мегирад, иборат аст.

МУҲТАВОИ АСОСИИ КОР

Мукаддима мубрамият, мақсад, вазифаҳо, инчунин аҳамияти илмӣ ва амалии тадқиқотро ошкор мекунад.

Дар боби якум мушкилотҳои радиоэкологӣ, таърихи ташаккулёбии майдони партовҳои радиоактивӣ ва манбаъҳои хатари радиатсионӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон баррасӣ шудаанд.

Дар боби дуюм маълумот оид ба арзёбии радиоэкологии мавҷудияти радионуклидҳои табиӣ дар хокҳо, мавҷудияти изотопи сезий-137, мониторинги фаъолияти радон дар биноҳои томақтабӣ ва мактабӣ ва дар биосфераи Тоҷикистон оварда шудааст.

Дар боби сеюм мониторинги радиоэкологии объектҳои табиӣ ва фарҳангӣ-таърихии Тоҷикистон омӯхта шудааст.

Дар боби чорум муҳокимаи натиҷаҳо дар бораи арзёбии вазъияти радиатсионӣ ва мушкилотҳои экологияи радиатсионӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон баён гардидааст.

АРЗЁБИИ РАДИОЭКОЛОГИИ МАВҶУДИЯТИ РАДИОНУКЛИДҲО ДАР БИОСФЕРАИ ТОҶИКИСТОН

Омӯзиши мавҷудияти радионуклидҳои табиӣ дар хокҳои ноҳияҳои ҷанубӣ ва шарқии Ҷумҳурии Тоҷикистон

Организми инсон ҳар рӯз таҳти таъсири берунаи шуоҳои ионҳосилкунанда, ки аз манбаъҳои сершумори табиӣ сар мезанад, қарор мегирад. Ба онҳо унсурҳои радиоактивӣ, ки дар қабати заминӣ, қабатҳои хокӣ, аэрозолҳои атмосферӣ, системаҳои обӣ ва маводҳои сохтмонӣ, ки дар сохтани биноҳои истиқоматӣ ва саноатӣ истифода мешаванд, дохил мешаванд. Шуоҳои кайҳонӣ низ нақши назаррасро бозӣ мекунанд.

Аммо чӯзӣ на камтар муҳими заминаи радиатсионӣ шуоафкании дохилӣ мебошад, ки бо мавҷудияти радионуклидҳои табиӣ дар организми инсон – бо истиснои радон аст. Мувофиқи арзёбиҳои умумӣ, саҳми радионуклидҳои дохилӣ аз 25%-и таъсири умумии манбаъҳои табиӣ зиёд аст ва тақрибан 0,77 мЗв/сол-ро ташкил медиҳад. Дар маҷмӯъ бо чӯзҳои техногенӣ, дозаи умумии солонаи самарноки шӯёпошии инсон ба 4,06 мЗв/сол мерасад.

Аз ҷумлаи радионуклидҳои калидӣ, ки дар қабати заминӣ бештар паҳншудаанд, инҳоянд: ^{232}Th , ^{226}Ra ва ^{40}K . Саҳми онҳо ба шуоафкании аҳоли тақрибан ду маротиба аз таъсири шуоҳои кайҳонӣ зиёд аст ва танҳо радон ва манбаъҳои тиббӣ бештар таъсирдоранд.

Моддаҳои радиоактивӣ қисми табиӣ муҳити зист буда, дар равандҳои биологӣ нақши муҳим мебозанд. Онҳо ба таркиби муҳитҳои ғизой, ки барои афзоиш ва инкишофи растаниҳо, ҳайвонот ва инсон зарур мебошанд, дохил мешаванд. Аммо ҳангоми аз ҳад зиёдшавии концентратсия иҷозатдодашуда онҳо метавонанд таъсири манфӣ ба саломатӣ расонанд, яъне ба инкишофи бемориҳои онкологӣ, ба монанди лейкемия, мусоидат намуда, гардиши хунро вайрон карда, фаъолияти функционалии узвҳо ва системаҳои ҳаётан муҳимро паст мекунанд. Таъсири дарозмудат ҳатто дозаҳои пастии радиатсия метавонад ба чамъшавии мутатсияҳо ва суст шудани ҳифзи иммунии организм оварда расонад.

Маҷудияти изотопи сезий-137 дар сатҳи болои хоки Тоҷикистони марказӣ ва ҷанубӣ

Яке аз радионуклидҳои техногении бештар паҳншуда ва устувор ^{137}Cs мебошад. Он устувории химиявӣ баланд ва қобилияти зоҳирии сорбсиро дорад ва дар чӯзҳои гуногуни муҳити зист васеъ паҳн шудааст. Мавҷудияти он дар уфукҳои хокӣ, нишастҳои зерӣ ҳавзаҳои оби ширин ва баҳрӣ, инчунин дар таркиби атмосфера ба назар мерасад. Бо ин хусусиятҳо, ^{137}Cs ҳамчун индикатори ифлосшавии радиатсионӣ ва ҳамчун асбоби таҳлили ретроспективии таъсирҳои техногенӣ истифода бурда мешавад.

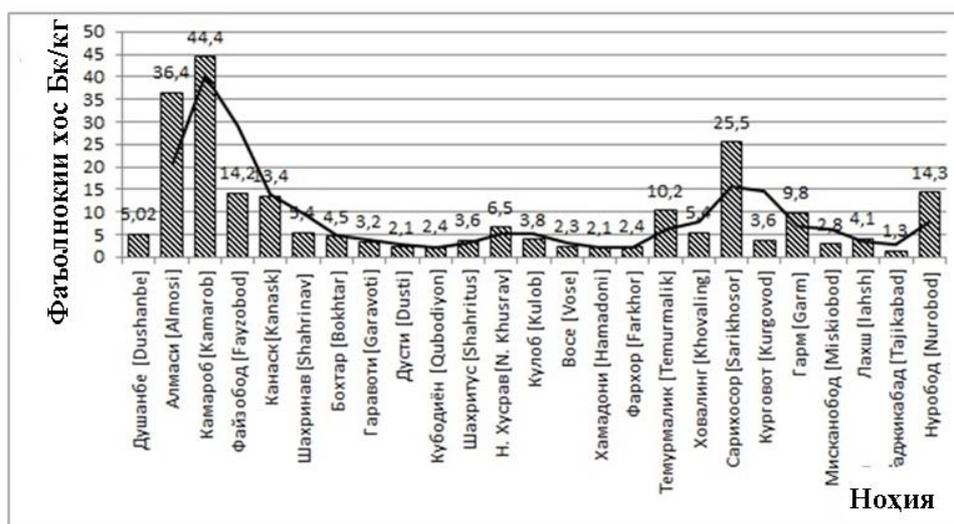
Дар доираи қисми мазкур натиҷаҳои тадқиқот, ки ба ошкор намудани сохтори фазоии тақсимои ^{137}Cs дар сатҳи хоки як қатор ноҳияҳои қисми марказӣ ва ҷанубии Тоҷикистон равона шудаанд, пешниҳод гардидаанд. Тадқиқот дар асоси таҳлили намунаҳое, ки дар давраи

солҳои 2018 то 2020 гирифта шудаанд, асос ёфтааст. Дикқати махсус ба таъсири релефи ҷойгирӣ ва таркиби механикии хокҳо ба концентратсияи ^{137}Cs равона карда шудааст.

Барои расидан ба мақсадҳои муқарраршудаи тадқиқот, ки ба омӯзиши тақсими фазоии радионуклиди техногении ^{137}Cs дар сатҳи хоки Тоҷикистони марказӣ ва ҷанубӣ равона шудааст, маҷмӯи вазифаҳои таҷрибаӣ гардид, ки марҳилаҳои калидии зеринро дар бар мегирад:

- муайянкунии объектҳои тадқиқот ва таҳлили релефи ҷойгирӣ;
- интихоби нуктаҳои намоёндагӣ ва гирифтани намунаҳои хокӣ;
- коркарди лабораторӣ ва таҳлили намунаҳо;
- арзёбии хусусияти тақсими фазоии радионуклид;
- харитасозии мавҷудияти ^{137}Cs - бо истифодаи маълумоти ба даст овардашуда харитаи мавзӯӣ таҳия гардид, ки сатҳҳои ифлосшавии хокҳо бо ^{137}Cs -ро дар қисми марказӣ ва ҷанубии Ҷумҳурии Тоҷикистон инъикос мекунад.

Дар расми 1 диаграммаи пешниҳод гардидааст, ки қиматҳои миёнаи фаъолияти радионуклиди ^{137}Cs -ро инъикос мекунад. Маълумоти ба даст овардашуда имкон медиҳад, ки тақсими фазоии ^{137}Cs арзёбӣ карда шавад, инчунин минтақаҳои эҳтимолии ҷамъшавии радионуклидҳо вобаста ба намуди хок ва хусусияти истифодабарии замин ошкор карда шаванд.

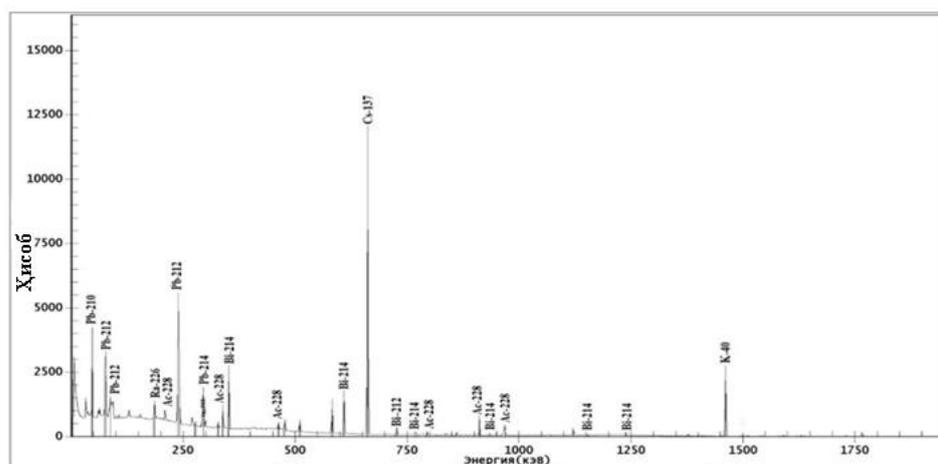


Расми 1. – Фаъолияти хоси миёнаи ^{137}Cs дар хокҳо: тасвири графикӣ аз рӯи минтақаҳои марказӣ ва ҷанубии Тоҷикистон

Таҳлил нишон дод, ки фаъолияти хоси ^{137}Cs вобаста ба минтақа тағйир меёбад, ки ин метавонад ҳам бо омилҳои табиӣ (релеф, намуди хок, иқлим) ва ҳам бо таъсирҳои антропогенӣ (фаъолияти кишоварзӣ, партовҳои техногенӣ) алоқаманд бошад.

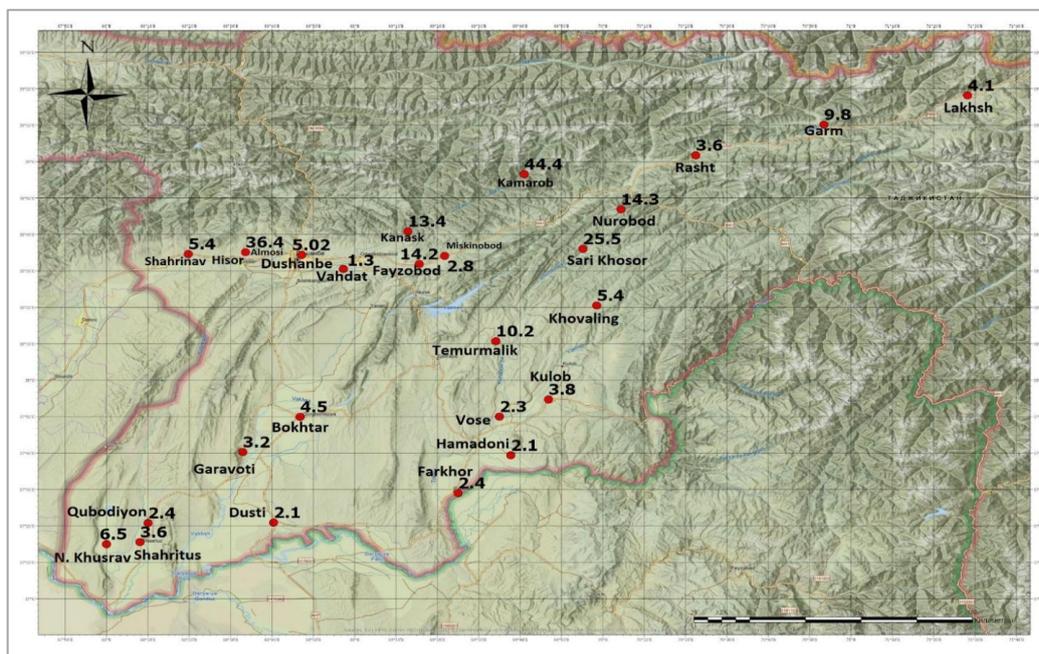
Спектри энергетикӣи шуоафкании гамма, ки дар расми 2 пешниҳод гардидааст, қуллаи зоҳири ҷазби пурраро нишон медиҳад, ки ба изотопи ^{137}Cs бо энергияи 661 кэВ мувофиқат мекунад. Шиддати он аз сатҳҳои фаъолияти радионуклидҳои табиӣ - ^{235}U , ^{238}U , ^{232}Th ва ^{40}K ба таври назаррас зиёд аст.

Чунин конфигуратсия ба ҷамъшавии шадиди нишастҳои аэрозолӣ, зарраҳои гарди ва дигар ҷузъҳои атмосферӣ, аз ҷумла радионуклидҳои техногенӣ мусоидат мекунад.



Расми 2. – Тавсифи фаъолияти гаммаи хок: спектри намунаи №1 аз Камароб

Дар расми 3 харитаи мавзӯӣ пешниҳод гардидааст, ки тақсимоти чуғрофии қиматҳои миёнаи фаъолияти хоси радионуклиди ^{137}Cs дар хокҳои минтақаҳои гуногуни кишварро нишон медиҳад. Ҷамаи арзишҳо бо Беккерел ба килограм (Бк/кг) ифода карда шудаанд. Тасвир дар харита фазои зоҳири заминаи радиатсиониро, ки ҳам бо омилҳои табиӣ ва ҳам антропогенӣ шартноки аст, ба таври равшан инъикос мекунад. Қитъаҳое, ки дорои мавҷудияти баландшудаи ^{137}Cs мебошанд, ба таври возеҳ мушоҳида мешаванд, ки ин метавонад бо хусусиятҳои релеф, шароитҳои иқлимӣ, хусусияти хокҳо ва нишастии таърихии радионуклидҳо дар натиҷаи ҳодисаҳои ядроии ҷаҳонӣ алоқаманд бошад.



Расми 3. – Тақсимоти геофазии фаъолияти ^{137}Cs дар хокҳои қаламрави Тоҷикистон (Бк/кг)

Таъсири экологии изотопи сезий-137 ба муҳити зисти Тоҷикистон

Дар ин қисм хусусиятҳои тақсимоти фазои радионуклиди ^{137}Cs дар хокҳои минтақаҳои гуногуни Тоҷикистон бо назардошти релефи ҷойгирӣ ва таркиби гранулометрии хок баррасӣ мешаванд. Корҳо оид ба гирифтани намунаҳо спектри васеи манзараҳои табиӣ ро фаро гирифтанд, ки гуногунии чуғрофӣ ва экологии қаламрави Тоҷикистонро инъикос мекунанд.

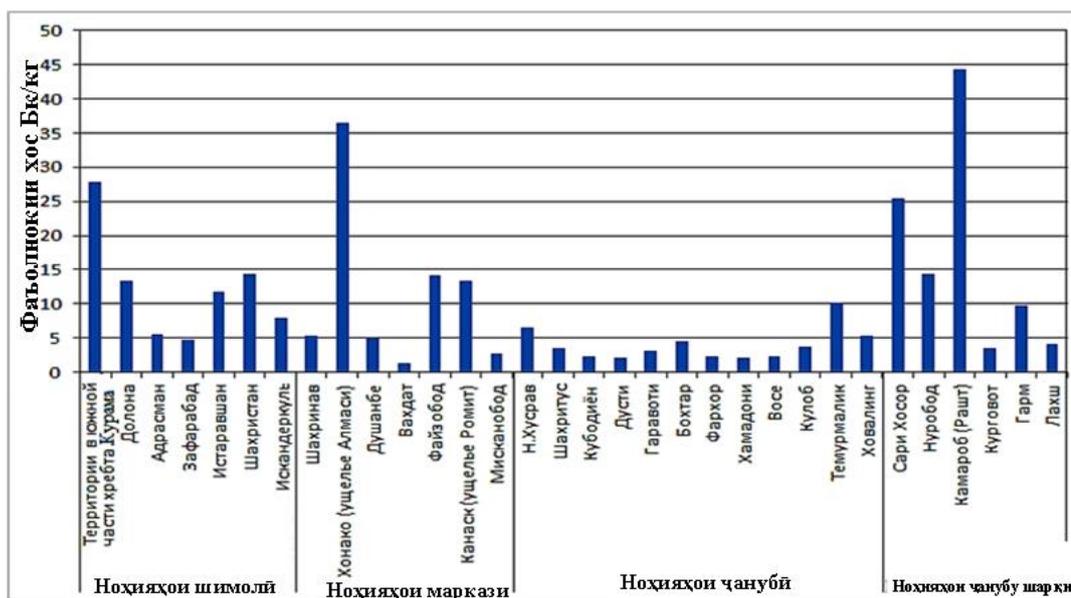
Гирифтани намунаҳо марҳила ба марҳила амалӣ карда шуд: марҳилаи якум (солҳои 2018–2020) - ноҳияҳои марказӣ, ҷанубӣ ва ҷанубу шарқии кишварро, аз ҷумла қитъаҳоро бо релеф ва шароитҳои иқлимӣ гуногун фаро гирифт. Марҳилаи дуюм (солҳои 2021–2022) - дар қаламравҳои шимолӣ бо таъкид ба минтақаҳои кӯҳӣ ва пешкӯҳӣ тамарқуз ёфта буд. Интиҳоби

нуктаҳои гирифтани намунаҳо бо назардошти хусусиятҳои геоморфологии ҷойгирӣ ва таркиби механикии хокҳо амалӣ гардид, ки ин имкон дод спектри васеи шароитҳои табиӣ фаро гирифта шаванд.

Дар асоси муқоисаи маълумот оид ба фаъолияти махсуси ^{137}Cs дар минтақаҳои гуногуни Тоҷикистон қонуниятҳои устувори тақсими фазои радионуклид ошкор карда шуданд. Натиҷаҳои ҷенкуниҳо, ки дар расми 4 пешниҳод гардидаанд, тағйирпазирии назарраси сатҳҳои ифлосшавиро вобаста ба мавқеи ҷуғрофӣ ва релефи ҷойгирӣ нишон медиҳанд.



Расми 4. – Тақсими қаламрави Тоҷикистон аз рӯи вилоятҳо ва ноҳияҳо



Расми 5. – Тақсими мавҷудияти ^{137}Cs дар сатҳи хокӣ: таҳлили муқоисавӣ аз рӯи минтақаҳо

Манбаи асосии воридшавии ^{137}Cs ба сатҳи хокӣ боронҳои атмосферӣ ва интиқоли аэрозоли мебошанд. Массаҳои ҳавой, ки аз ҷануб ва ҷанубу шарқ ҳаракат мекунанд, зарраҳои радиоактивиро интиқол медиҳанд, ки онҳо дар сатҳи силсилакӯҳҳо нишаст мекунанд. Омили махсусан муҳим ин ҷангу гарди минтақавӣ мебошад, ки бо номи «Афғони» маъруф аст - аэрозоли бисёрҷузъӣ, ки радионуклидҳоро дар бар мегирад ва қобилияти ҷамъшавӣ дар қисмҳои болоии системаҳои кӯҳӣ дорад. Баъд аз нишаст дар қитъаҳои баландшуда, радионуклидҳо таҳти таъсири равандҳои табиӣ - эрозияи обӣ ва бодӣ, шустанӣ гравитатсионӣ,

инчунин равонаҳои селӣ аз нав тақсим мешаванд. Ин механизмҳо ба паҳншави моддаҳои ифлоскунанда мусоидат мекунанд ва ба зиёдшавии концентратсияи онҳо дар сатҳи нишебҳо оварда мерасонанд, ки ин натиҷаҳо баландшавии фаъолияти хоси намунаҳои гирифташударо дар сатҳҳои дар қисмҳои поёнии релеф тасдиқи мекунанд.

Арзёбии радиатсионӣ-гигиени мавҷудият ва тақсимоти сезий-137 дар ноҳияҳои гуногуни Тоҷикистон

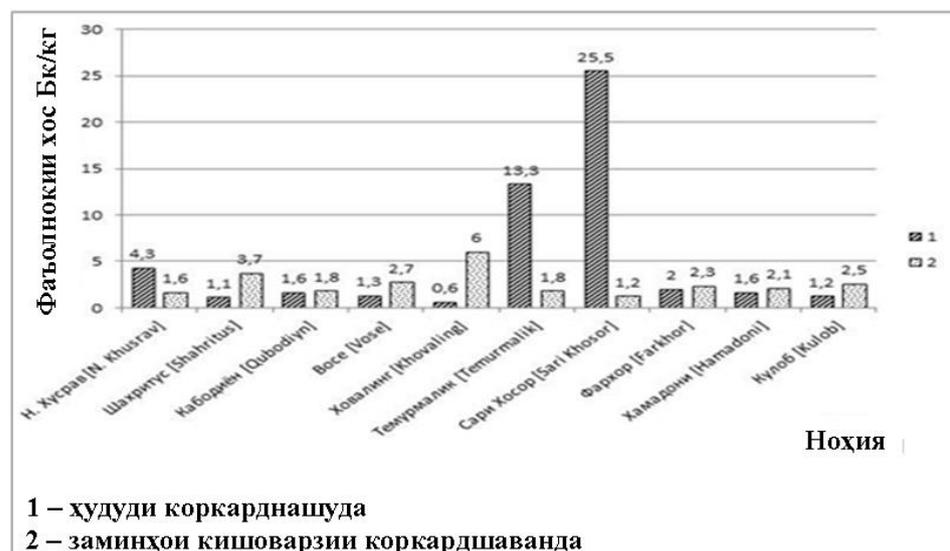
Дар ин қисм тақсимоти фазоии изотопи радиоактивии ^{137}Cs дар уфуқҳои хокии як қатор қаламравҳои маъмурии Тоҷикистон ба таври муфассал баррасӣ шудааст. Натиҷаҳои умумикардшудаи таҳлили мавҷудияти ^{137}Cs дар намунаҳои хок, ки дар давраи солҳои 2018 то 2020 ҷамъоварӣ шудаанд, пешниҳод гардидаанд. Диққати махсус ба таъсири хусусиятҳои геоморфологии ҷойгирӣ ва таркиби гранулометрии хокҳо ба концентратсияи радионуклид равона карда шудааст. Дар натиҷаи таҳлили комплекси гузаронидашуда қонуниятҳои калидӣ ошкор карда шуданд, ки тақсимоти фазоии радионуклиди техногении ^{137}Cs -ро дар сатҳи хокии минтақаҳои марказӣ ва ҷанубии ҷумҳурӣ тавсиф мекунанд.

Барои расидан ба мақсадҳои илмии муқарраршуда схемаи методологии пайдарҳам татбиқ гардид, ки марҳилаҳои зеринро дар бар мегирад:

- муайянкунии харитосозии қаламравҳои таҳқиқшаванда бо таҳлили минбаъдаи хусусиятҳои топографӣ ва геоморфологии онҳо;
- интихоби нуқтаҳои намоёндагии гирифтани намунаҳо дар доираи ҳар як ноҳия бо назардошти релеф, намуди хок ва хусусияти истифодабарии замин, инчунин гузаронидани ҷамъоварии саҳроии намунаҳо;
- коркарди лаборатории намунаҳо, омӯзиши хосиятҳои физикӣ-химиявӣ, таҳлили радиометрӣ ва коркарди омории натиҷаҳои ба даст овардашударо дар бар мегирад;
- омӯзиши дифференциатсияи фазоии мавҷудияти ^{137}Cs дар хокҳо, бо мақсади ошкор намудани минтақаҳои ҷамъшавии маҳаллӣ, арзёбии дараҷаи таъсири техногенӣ ва сохтани харитаҳои ифлосшавӣ;

Ноҳияҳое, ки таҳти тадқиқот қарор гирифтанд, спектри васеи манзараҳои табииро дар бар мегиранд, ин имкон медиҳад, ки тасвири пурратари тақсимоти радионуклид ба даст оварда шавад. Аз ҷумлаи минтақаҳои ҷуғрофӣ омӯхташуда - ҷамани алпӣ бо флораи бой, қитъаҳои биёбонии баландкӯҳӣ ва ҳамвор, инчунин дараҳои танги дарёӣ, ки бо силсилакӯҳҳои сангин ихота шудаанд.

Натиҷаҳои таҳлили гузаронидашуда ба шакли диаграмма дар расми 6 пешниҳод гардидаанд, ки фарқиятҳоро дар ҷамъшавии радионуклид байни ду намуди заминҳо ба таври равшан нишон медиҳад. Мувофиқи маълумоти визуализатсиякардашуда, намунаҳое, ки аз қитъаҳои кӯҳӣ, ки таҳти коркарди механикӣ қарор нагирифтаанд, гирифта шудаанд, концентратсияи ^{137}Cs ба таври назаррас нисбат ба майдонҳои кишоварзии коркардшуда баландтар мебошад. Ин метавонад бо он алоқаманд бошад, ки дар қаламравҳои коркарднашуда омехташавии мунтазами хокӣ вучуд надорад ва ин ба нигоҳ доштани радионуклид дар қабатҳои болоӣ мусоидат мекунанд.



Расми 6. – Таҳлили муқоисавии мавҷудияти ^{137}Cs дар хокҳои вилояти Хатлон

Мушоҳидаи қолиби дар раванди тадқиқот он буд, ки дар намунаҳое, ки аз қитъаҳои кишоварзии коркардшудаи қаламравҳои ҳамвор гирифта шудаанд, фаъолияти махсуси миёнаи радионуклиди ^{137}Cs нисбат ба хокҳое, ки таҳти таъсири аграрӣ қарор нагирифтаанд, баландтар буд. Чунин қонуниятҳо дар назари аввал қобили қабул нест ва эҳтимолан бо наздикии чуғрофии заминҳои шудгоршаванда ба қитъаҳои коркарднашуда шарҳ дода мешавад, ки аз онҳо интиқол ба амал меояд - махсусан дар шароити равандҳои эрозионӣ ва боронҳои фаслӣ. Дар натиҷаи коркарди мунтазами механикӣ хок, аз ҷумла шудгор ва нармкунӣ, ^{137}Cs ба қисмати поёни интиқол меёбад ва дар чуқурии 20–25 см ҷамъ мешавад.

Дар маҷмӯъ, хусусияти тақсими ^{137}Cs дар намунаҳои таҳқиқшударо метавон барои минтақаҳо бо шароитҳои табиӣ монанд одӣ ҳисобид. Тадқиқотҳои гузаронидашуда тасдиқ карданд, ки тақсими амудии радионуклид бо пайдоиш ва морфологияи хокҳо алоқаманди зич дорад. Қиматҳои бештарини фаъолияти махсусӣ дар ноҳияҳои кӯҳӣ ва дар қитъаҳое, ки таҳти коркарди кишоварзӣ қарор нагирифта буданд, қайд карда шуданд, ки ин бо қонуниятҳои пештар ошкоршудаи миграцияи радионуклидҳо дар шароити табдилёбии заифи механикӣ профили хокӣ мувофиқат мекунад.

Мониторинги фаъолияти радон дар биноҳои томақтабӣ ва мактабии ҷануби Тоҷикистон

Дозаи умумии асосан бештар ин таъсири радиатсионӣ ба инсон дар шароити ҳаёти ҳаррӯза манбаъҳои табиӣ афканишоти ионофар ворид мекунад. Ба онҳо афканишоти гамма, ки аз сатҳи замин сарчашма мегирад, шуоҳои кайҳонӣ, ки аз фазои берунӣ нуфуз мекунад, инчунин радон - гази радиоактивӣ, ки дар натиҷаи табдилёбии уран ва торий дар қабати заминӣ мавҷуданд, ташаккул меёбад, пайдо мешаванд. Аҳамияти махсус мониторинги сатҳҳои шуоафканӣ дар ҳучраҳои пӯшида касб мекунад, зеро дар ҳамин ҷо инсон қисми бештари вақтро мегузаронад ва таҳти таъсири дурозмуддаттарини радон ва маҳсулоти табдилёбии дуҷумдараҷаи он қарор мегирад.

Фони радиатсионӣ дар дохили биноҳо асосан аз ҳисоби фаъолияти се радионуклиди табиӣ асосии дарозмӯҳлат ташаккул меёбад: радий-226, торий-232 ва калий-40. Ин унсурҳо ба таври табиӣ дар маводҳои сохтмонӣ, чинсҳои кӯҳӣ ва хок мавҷуданд ва афканишоти онҳо таъсири доимии заминавиро ба инсон мерасонад. Саҳми иловагӣ ба фишори радиатсионӣ радионуклиди техногенӣ - сезий-137, ки баъзан дар конструксияҳои сохтмонӣ ошкор карда мешавад, ворид карда метавонад.

Ғайр аз ин, ҳавои дохилии биноҳо метавонад изотопҳои фаъоли радон ва маҳсулоти таҷзияи он, аз ҷумла полоний-218 ва полоний-214-ро дар бар гирад, ки қисмати сатҳи менишинанд ва метавонанд ба воситаи нафаскашӣ ба организм дохил шаванд. Ин омил манбаи

муҳими шуоафканиии дохилӣ ба ҳисоб меравад.

Бо мақсади таъмини амнияти радиатсионии аҳоли, дар ҳуҷҷатҳои меъёрии Ҷумҳурии Тоҷикистон - НРБ-2006 (СанПиН 2.6.1.001-06) - сатҳҳои назоратии миқдори радон дар ҳавои дохилии биноҳо муқаррар карда шудаанд. Барои биноҳое, ки дар марҳалаи сохтмон қарор доранд ё ба наздикӣ ба истифода супурда шудаанд, арзиши ҳадди ниҳии концентратсияи радон ≤ 100 Бк/м³ муқаррар шудааст. Барои иншооти истиқоматие, ки қаблан маскун шуда буданд, меъёри иҷозатдодашуда то ≤ 200 Бк/м³ боло меравад.

Кӯдакон ва наврасон дар зери таъсири радон - манбаи табиӣ афканишоти ионофар - гурӯҳи махсусан осебпазири аҳоли ба ҳисоб мераванд. Ҳассосияти баландтари организми дар ҳоли рушд нисбат ба заминаи радиатсионӣ мушкили шуогирии радонро дар муҳити кӯдакон боз ҳам муҳимтар мегардонад. Бинобар ҳамин, дар бисёр кишварҳои ҷаҳон барномаҳои омӯзиши амнияти радиатсионӣ модулҳои алоҳидаро дар бар мегиранд, ки ба радон бахшида шуда, барои хонандагон ва ҷавонон равона шудаанд.

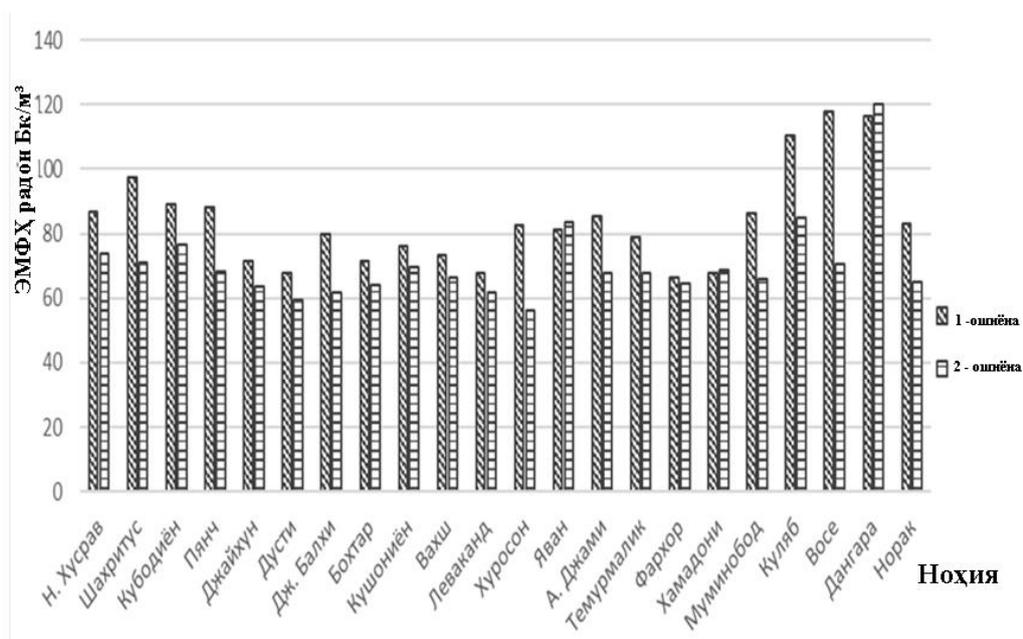
Дар доираи ин таҳқиқот, ки ба баҳодиҳии таъсири радон ва таҳияи чораҳои пешгирикунанда равона шудааст, маҷмӯи тадбирҳои амалӣ гардид, ки марҳилаҳои зеринро дар бар мегирад:

- биноҳо ва иншоотҳои муайян карда шуданд, ки аз нуқтаи назари хатари эҳтимолии радонӣ аҳамият доранд; дар онҳо экспозитометрҳои барои ҷамъоварии дарозмуддати маълумот насб карда шуданд;
- андозагириҳои бадастомада систематикӣ карда шуда, вояҳои инфиродии шуодихӣ бо дарназардошти хусусиятҳои конструктивии биноҳо, ҳавокаш, зичии сохтмон ва дигар омилҳо ҳисоб карда шуданд;
- тақсимкунии минтақаҳои геологӣ бо дарназардошти таркиби хок, мавҷудияти вайроншавиҳои тектоникӣ ва дигар параметрҳои, ки ба паҳншавии радон аз қабри замин таъсир мерасонанд, анҷом дода шуд;
- чораҳои амалӣ оид ба коҳиш додани сатҳи шуодихии радон дар дохили биноҳо таҳия гардиданд, аз ҷумла беҳтарсозии ҳавокашӣ, герметизатсияи дарзҳои сохтмонӣ, истифодаи масолеҳи дорои радиоактивияти паст;
- бар асоси маълумоти ҷамъовардашуда харитаи радонии вилояти хатлон таҳия карда шуд, ки сатҳҳои хатарҳои эҳтимолиро инъикос шудаанд, минтақаҳои ниёзманд ба таваҷҷуҳи аввалиндараҷа ва мониторинги мунтазамро муайян мекунад.

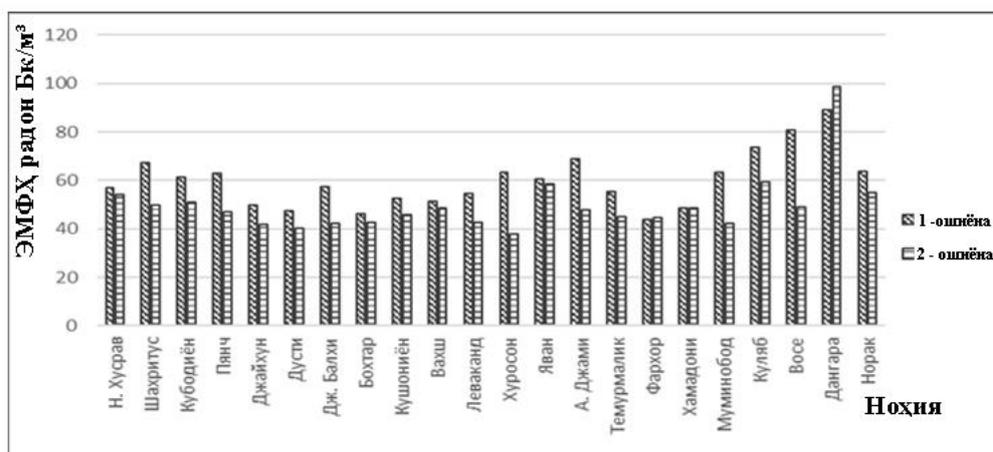
Бо мақсади гузаронидани баҳодиҳии сатҳи ифлосшавии ҳаво аз радон дар утоқҳои истифодаи муассисаҳои томақтабӣ ва ташкилотҳои таълимии вилояти Хатлон, инчунин барои назорати риояи меъёрҳои санитарӣ оид ба вояи эквиваленти мувозинати фаъолияти ҳаҷми (ЭМФХ), ки бо меъёри НРБ-2006 танзим шудаанд, усули мониторинги интегралӣ бо истифодаи сенсорҳои пайгири ва таҳлили минбаъдаи маълумоти бадастомада татбиқ гардид.

Илова бар ин, ҷанкунии фаъолияти ҳаҷмии баробарвазни радон (ЭМФХ) дар утоқҳои воқеъ дар ошёнаҳои гуногуни биноҳои мактабҳо ва боғчаҳо дар ду давраи мавсимӣ — дар мавсими гармидихӣ ва дар фасли гарм — анҷом дода шуд.

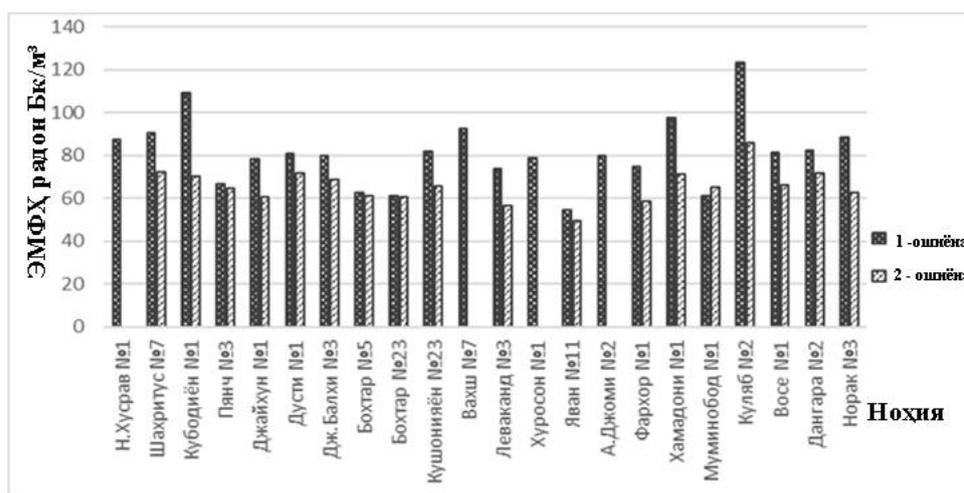
Таҳлили маълумотҳо, ки дар диаграммаҳо пешниҳод шудаанд (расмҳои 7–10).



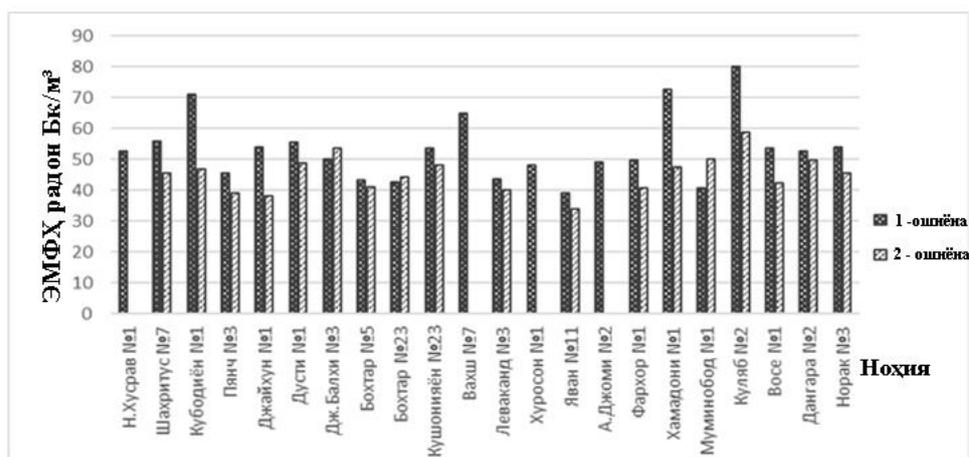
Расми 7. – ЭМФХ-и радон дар муассисаҳои таълимии Ҳатлон: маълумоти мониторинг дар давраи мавсими гармидиҳӣ



Расми 8. – ЭМФХ-и радон дар муассисаҳои таълимии Ҳатлон: маълумоти мониторинг дар фасли гармо



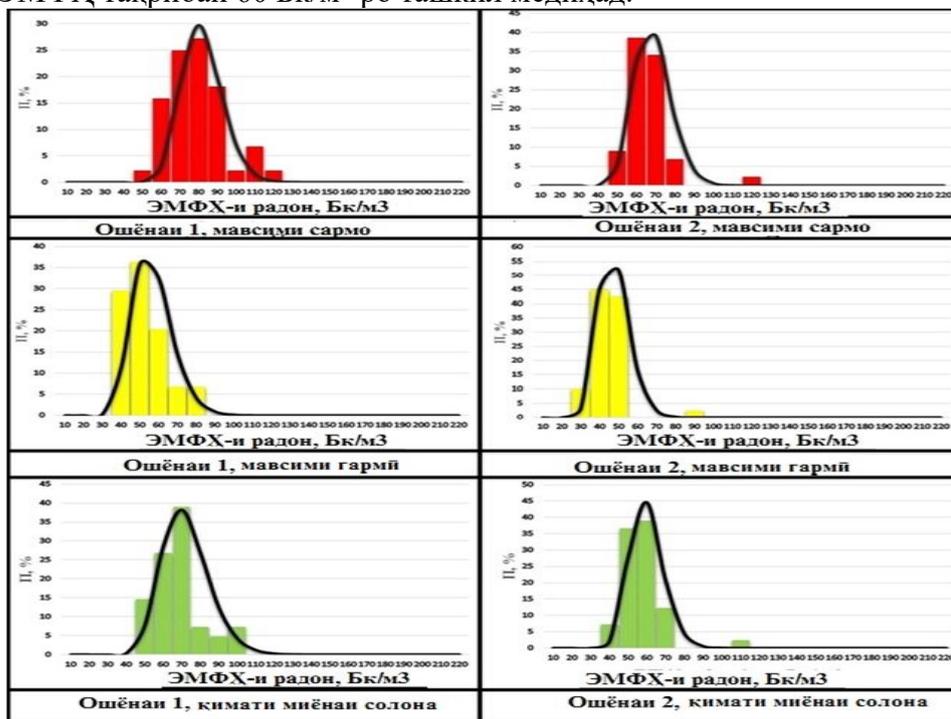
Расми 9. – ЭМФХ-и радон дар муассисаҳои томақтабии (боғчаҳои кӯдакона) Ҳатлон: маълумоти мониторинг дар давраи мавсими гармидиҳӣ



Расми 10. – ЭМФХ-и радон дар муассисаҳои томактабии (боғчаҳои кӯдакона) Хатлон: маълумоти мониторинг дар фасли гармо

Илова бар ин, бузургиҳои геометрӣ (нишондиҳандаҳои медианӣ) бо ҳисоби миёна муайян карда шуданд (расми 11).

Мувофиқи маълумоте, ки дар расми 11 тасвир ёфтааст, қисми асосии қиматҳои оморӣ қоркардшудаи фаъолияти ҳаҷмии баробарвазни солонаи радон (ЭМФХ) дар утокҳое, ки дар ошёнаҳои аввалини биноҳо дар ноҳияҳои вилояти Хатлон ҷойгиранд, дар ҳудуди 70 Бқ/м³ мутамарказ мебошад. Дар айни замон, дар ошёнаҳои дуҷуми иншооти ҳаммонанд арзиши ҳуқмронандаи ЭМФХ тақрибан 60 Бқ/м³-ро ташкил медиҳад.



Расми 11. – Таҳлили вобастагии ЭМФХ-и радон аз ошёна бо аппроксиматсияи логнормалӣ (хатҳои ихотақунанда – тақсимооти логнормалӣ)

МОНИТОРИНГИ РАДИОЭКОЛОГИИ ОБЪЕКТҲОИ ТАБИЙ ВА ФАРҲАНГИЮ ТАЪРИХИИ ТОҶИКИСТОН

Мониторинги радиоэкологии маъданҳои минералии Тоҷикистон

Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки дорои мақоми саноатӣ аграрӣ мебошад, бо зарурати шадиди рушди технологияҳои қоркарди ашёи хоми маъданӣ рӯбарӯ аст. Дар ин замина, масъалаи қоркарди ҳамаҷониба ва самараноки захираҳои маъданӣ барои иқтисодиёти кишвар ва рушди устувори он аҳамияти аввалиндараҷа пайдо мекунад.

Дар доираи таҳқиқоти илмии гузаронидашуда аз ҷониби мо таҳлили радиоэкологӣ амалӣ гардид, ки маҷмӯи васеи мушоҳидаҳои радиометриро дар бар мегирад ва объектҳои гуногуни геологӣ худуди Ҷумҳурии Тоҷикистонро фаро мегирад. Мониторинги кони минералҳои ғайриметаллии монанди данбурит, фосфорит, флюорит ва дигарон, инчунин минтақаҳои истихроҷи тиллоӣ маъданӣ, металлҳои ранга ва металлҳои нодирзаминро дар бар гирифт.

Дар ҷадвали 1 маълумот оид ба фаъолияти махсуси радионуклидҳо пешниҳод шудааст, ки ҳангоми таҳлили намунаҳои ҷамъоваришуда аз конҳои гуногуни ашёи хоми минералии худуди Тоҷикистон ба даст оварда шудаанд.

Ҷадвали 1. – Натиҷаҳои ҷенкунии фаъолияти махсуси радионуклидҳо (Бк/кг) дар намунаҳои минералӣ (Тоҷикистон)

Намунаҳои маъдан	Фаъолиятҳои хос (Бк/кг)			
	K-40	Ra-226	Th-232	U-238
Данбурит	3.2±1.1	14.4±1.3	3.0±0.4	-
Маъдани нефелин-сиенит	1649.3±68.4	63.0±5.9	33.7±0.7	21.1±2.5
Маъдани флюорит	30.56±4.3	92.2±8.1	34.2±1.0	-
Маъдани сурма ва симоби Айни	106.8±4.6	15.0±7.5	-	12.4±1.4
Маъдани тилодори Тарор	108.4±4.6	32.4±2.6	-	12.5±1.0
Маъдани тилодори Дуоба	786.4±32.8	59.7±5.4	30.6±0.7	14.4±3.5

Дар раванди мониторинги радиатсионӣ худуди кони фосфоритии Риват қиматҳои миёнаи тавоноии дозаи экспозитсионӣ барои қитъаҳои гуногун ба даст оварда шуданд. Мувофиқи натиҷаҳои ҷенкунии:

– Дар минтақаи шимолии кон тавоноии дозаи экспозитсионӣ ба ҳисоби миёна 0.252 мкЗв/соатро ташкил дод.

– Дар қисми ҷанубӣ ин нишондиҳанда 0.185 мкЗв/соат буд.

Ин нишондодҳо шаҳодат аз он медиҳанд, ки сатҳи таъсири радиатсионӣ дар қитъаҳои таҳқиқшуда дар ҳадди меъёрҳои санитарии гигиенӣ қарор дорад ва фаъолиятҳо бе зарурати ҷорӣ кардани маҳдудиятҳои иловагӣ идома ёбанд. Бо вучуди ин, дар ҷараёни таҳқиқ баъзе қитъаҳои маҳаллӣ бо меъёрҳои ночизи иҷозатдодашудаи тавоноии дозаи экспозитсионӣ ба қайд гирифта шуданд, ки бештар дар сатҳҳои қушоду равшани кон ҷой гирифтаанд.

Мониторинги радиоэкологӣ дар баъзе объектҳои таърихӣ ва сайёҳии Тоҷикистон

Ҳар сол Тоҷикистон шумораи зиёди сайёҳонро ҷалб менамояд, ки меҳонад бо мероси бойи фарҳангӣ ва ҷозибҳои беназири он шинос шаванд. Дар байни онҳо таваҷҷӯҳи махсус ба ёдгориҳои таърихӣ ва маконҳои сайёҳӣ, ки дар тамоми қаламрави кишвар паҳн шудаанд, дода мешавад. Дар даврони қадим барои бунёди иншооти дифоӣ – монанди қалъаҳо ва коҳҳо – маводҳои табиӣ, аз ҷумла санг ва гранит, васеъ истифода мешуданд. Бо вучуди ин, баъзе аз ин сангҳо метавонанд миқдори назарраси унсурҳои радиоактивии табииро дар бар гиранд.

Минтақаҳои сайёҳӣ, ки дар минтақаҳои кӯҳӣ ҷойгиранд, аксаран дар наздикии бевоситаи сохторҳои геологӣ ва кони бойи уран ва торий қарор доранд – унсурҳои, ки ба қатори радиоактивии уран–торий мансубанд. Ин қитъаҳо на танҳо барои сайёҳон, балки барои ҷомеаи илмӣ низ ҷолибият доранд: мутахассисони амнияти радиатсионӣ мунтазам тадқиқот мегузаронанд, то таъсири эҳтимолии ҷунин объектҳоро ба саломатии аҳоли арзёбӣ намоянд. Шӯе, ки аз манбаҳои табиӣ сарчашма мегирад, метавонад сахми назаррасро дар вояи солониаи умумии таъсири радиатсионӣ ба инсон дошта бошад.

Дар доираи таҳлили радиоэкологӣ ду объекти муҳими таърихӣ ва сайёҳӣ мавриди омӯзиш қарор гирифтанд – қалъаи қадимаи Ҳулбук ва макони сайёҳии зебои Чилдухтарон.

Дар расми 12 координатҳои нуктаҳои нишон дода шудаанд, ки дар онҳо ҷенкунии тавоноии дозаи гамма-шӯе дар дохили қалъа ва ҳам дар худуди атроф амалӣ гардид.

Натиҷаҳои бадастомада нишон доданд, ки сатҳи фони гамма дар ҳудудҳои таҳқиқшаванда аз 0,09 то 0,12 микрозиверт дар як соат тағйир меёбад, ки нисбат ба арзиши миёнаи фони радиатсионӣ дар қаламрави Тоҷикистон пасттар аст.



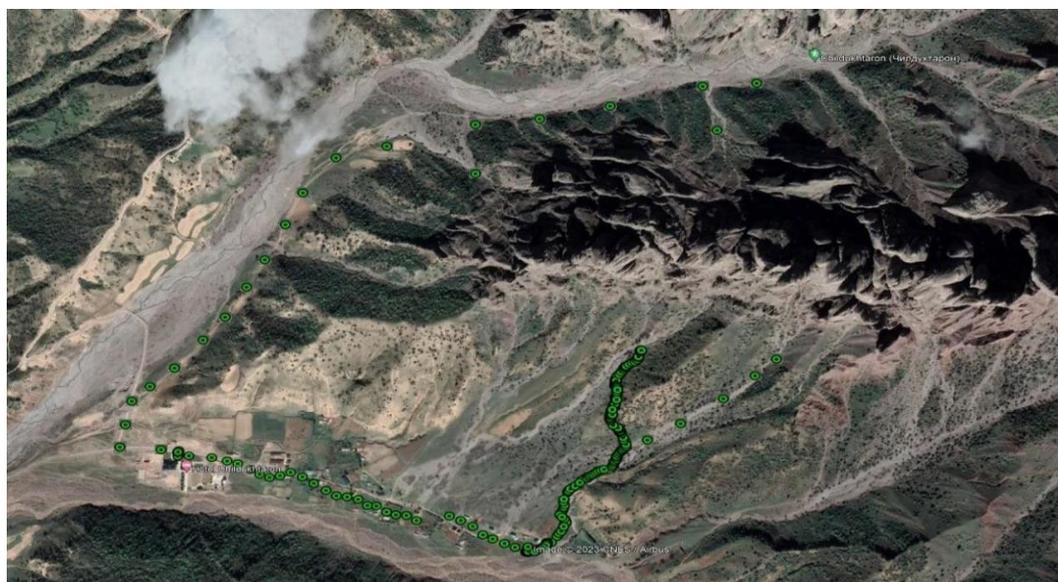
Расми 12. – Нуқтаҳои мониторинги фони радиатсионӣ дар ҳудуди объекти таърихӣ – қалъаи Хулбук

Натиҷаҳои таҳлили радионуклидӣ нишон доданд, ки фаъолияти хоси умумии радионуклидҳои алфа-шуодиханда 0,03 Бк/л ва радионуклидҳои бета-шуодиханда 0,34 Бк/л-ро ташкил медиҳад. Ин арзишҳо ба таври назаррас пасттар аз ҳадди иҷозатдодашуда, ки бо меъёрҳои амалкунанда муқаррар шудаанд, буда, барои саломати аҳолии таҳдид намеоранд.

Яке аз ҷолибтарин ва зеботарин объектҳои минтақа макони сайёҳии Чилдухтарон мебошад. Ин минтақа, ки бо кӯҳҳои бузург, алафзорҳои сабз, ҷангалҳои сершумор ва чашмаҳои тоза иҳота шудааст, ҳамеша тавачҷуҳи сайёҳонро ба худ ҷалб менамояд.

Таҳқиқот асосан қитъаҳои атрофи кӯҳро фаро гирифтааст, ки он ҷузъи марказии сафари сайёҳӣ ва макони маъруфи сайругашт мебошад (расми 13).

Маълумоти бадастомада нишон доданд, ки тавоноии дозаи гамма-шуо дар ҳудудҳои таҳқиқшаванда аз 0,08 то 0,18 микрозиверт дар як соат тағйир меёбад.



Расми 13. – Нуқтаҳои мониторинги фони радиатсионӣ дар ҳудуди объект – Чилдухтарон

Ҳамчунин арзёбии сифати об аз манбаи чашмаи табиӣ, ки дар наздикии бевоситаи минтақаи таҳқиқшаванда ҷойгир аст, гузаронида шуд. Фаъолияти умумии радионуклидҳои алфа-шуодиханда ва бета-шуодиханда мутаносибан 0,02 Бк/л ва 0,28 Бк/л муайян гардид, ки дар ҳудуди меъёрҳои муқарраршуда қарор доранд.

Таҳқиқоти радиатсионӣ дар шаҳри қадимаи Карони ноҳияи Дарвози Тоҷикистон

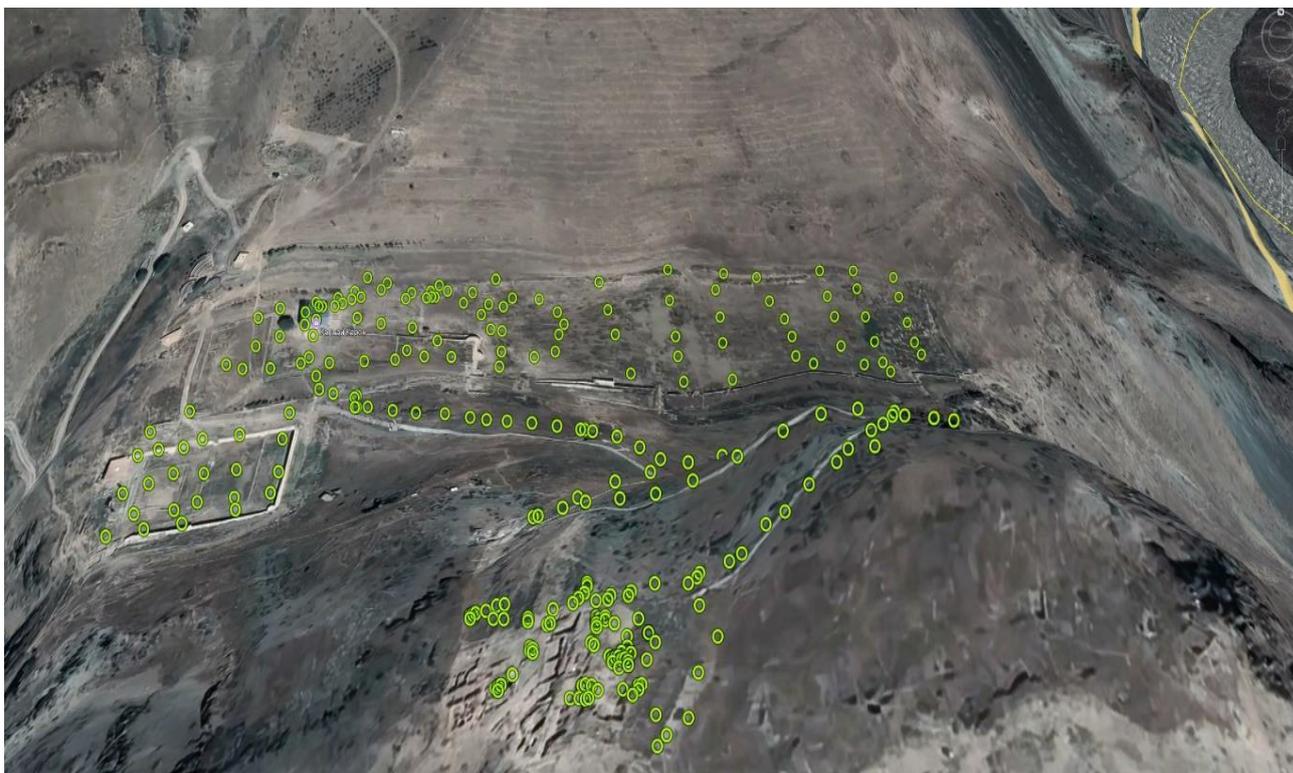
Ба шарофати мероси бойи таърихӣ ва фарҳангӣ, Ҷумҳурии Тоҷикистон дорои потенциали назаррас барои рушди фаъолонаи соҳаи сайёҳӣ мебошад.

Дар ин замина, таҳқиқоти радиоэкологӣ дар ҳудуди шаҳри қадимаи Карон, воқеъ дар ноҳияи Дарвози Тоҷикистон, гузаронида шуд.

Усули ченкунӣ зимни беист ҳаракати пиёдагард бо истифода аз аксбардории гамма ва нуктаи мушоҳида бо координатаҳои географӣ, ки имкон медиҳад тасвири фазоии заминаи радиатсионӣ дар минтақаи таҳқиқшавандаро ба даст оварда шаванд (расми 14).

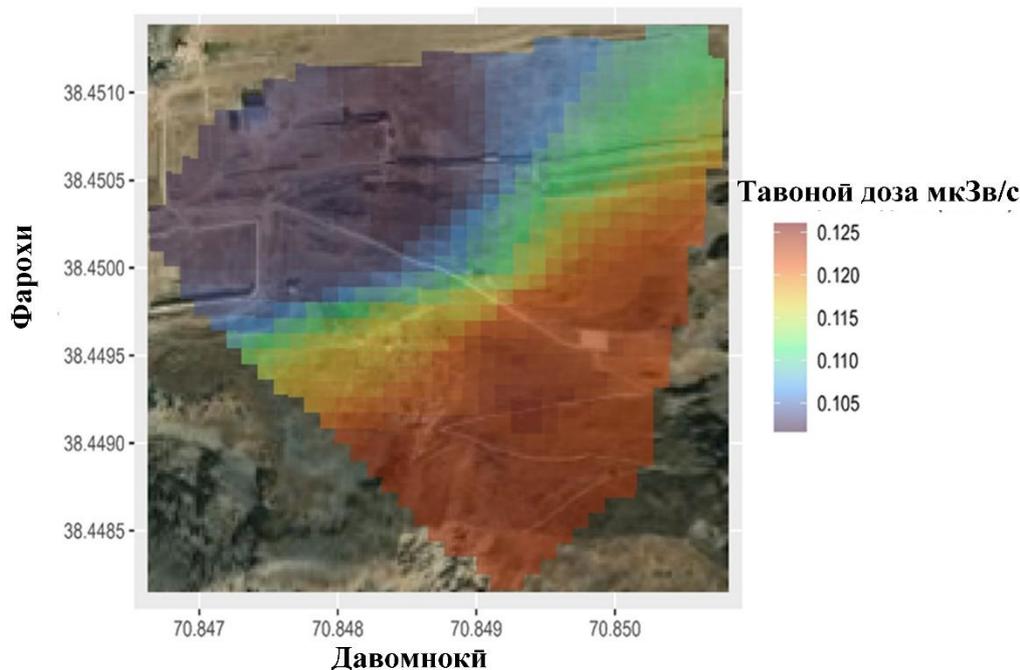
Мувофиқи натиҷаҳои аксбардорӣ муайян гардид, ки тавоноии дозаи гамма-шӯро дар ҳудуди аҳолинишинии қадимӣ аз 0,08 то 0,13 микрозиверт дар як соат (мкЗв/соат) тағйир меёбад, ки он бо қиматҳои табиӣ барои минтақа мувофиқ мебошад (расми 15).

Таҳлили маълумотҳо нишон дод, ки тақрибан 60% нуктаҳои ченшуда сатҳ пасттар аз 115 нанозиверт дар як соат (нЗв/соат) ташкил медиҳад, ки устувории заминаи радиатсионӣ ва мувофиқати он бо нишондиҳандаҳои миёна ва хос ба қаламрави Ҷумҳурии Тоҷикистонро тасдиқ мекунад (расми 16). Дар чараёни таҳқиқот ҳеҷ қитъае бо қиматҳои ғайриоддӣ ва баландтари тавоноии дозаи гамма-шӯро мушоҳида нашуд ва чунин хулоса кардад мумкин аст, ки объект аз ҷиҳати радиоэкологӣ беҳатар мебошад.

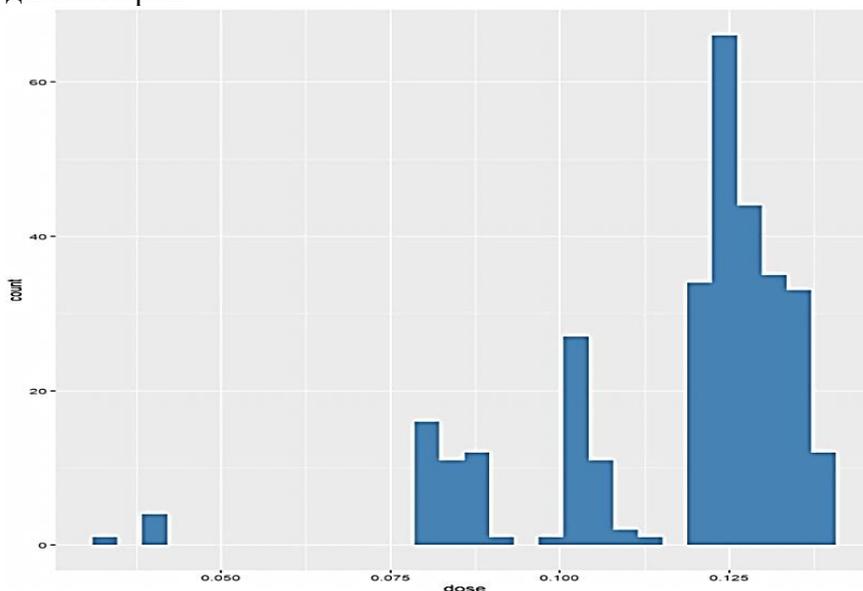


Расми 14. – Нуктаҳои мониторинги фони радиатсионӣ дар ҳудуди объект – шаҳри қадимаи Карон

**Гама аксгирӣ Карон
Карон, Тоҷикистон, 2024с**



Расми 15. – Натиҷаҳои аксбардории гамма барои ченкунии заминаи радиатсионӣ дар ҳудуди шаҳри қадимаи Карон



Расми 16 – Тақсимои сатҳҳои заминаи табиӣ радиатсионӣ дар ҳудуди шаҳри қадимаи Карон

Таҳлили гамма-спектрометрӣ дар шаш намунаи хок, ки дар минтақаи таҳқиқшуда чамъоварӣ шудаанд, мавҷудияти радионуклидҳои табиӣ дар консентратсияҳо нишон дод, ки аз ҳадди меъёрҳои муқарраршуда зиёд нестанд.

Бар асоси таҳқиқоти гузаронидашуда муайян карда шуд, ки қисмати аҳолинишинии қадимаи Карон, воқеъ дар ноҳияи Дарвози Тоҷикистон, таҳдиди радиатсионӣ надорад ва метавонад ба таври беҳатар аз ҷониби сокинон ва сайёҳон боздид карда шавад.

Қорҳои таҳқиқотӣ ва мониторинги радиатсионӣ ҳамчунин дар объектҳои таърихӣ – «Тахти Сангин», воқеъ дар ҳудуди ноҳияи Кабодиён, ва «Ачинатеппа» дар ноҳияи Кушониёни Ҷумҳурии Тоҷикистон – мавриди омӯзиш қарор гирифтааст.

МУЗОКИРАИ НАТИЧАҶО

Арзёбии вазъи радиатсионӣ дар Тоҷикистон

Яке аз омилҳои муҳим дар арзёбии вазъи радиатсионӣ миқдори радон дар иншоотҳо ва изотопи ^{137}Cs дар ҳок мебошад. Маълум аст, ки радон ба таркиби қатори радиоактивии ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th дохил мешавад. Ғайр аз ин, радон ҳангоми таҷзияи радий низ хорич мешавад. Радон нисбатан зуд решаи кристаллии минералро тарк карда, ба ҳаво паҳн мегардад ва дар об ҳал мешавад.

Концентратсияи радон дар ҳавои атмосфера асосан аз шароити геологӣ вобаста аст. Масалан, сангҳои гранитӣ, ки аз уран бой мебошанд, манбаъҳои фаъоли радон ба ҳисоб мераванд, дар ҳоле ки сатҳи радон дар минтақаҳои баҳрӣ минималӣ мебошад. Омиле, ки аҳамияти калон дорад, вазъи обу ҳаво мебошад. Ҳангоми боришот, зараҳои микроскопӣ дар ҳок, ки тавассути онҳо радон ба атмосфера паҳн мешавад, бо об пур шудаанд ва ҳамзамон қабати барф низ паҳншавии онро ба сатҳи боло маҳдуд мекунад.

Барои саломатии инсон заминаи фони радиатсионӣ дар дохили биноҳо аҳамияти махсус дорад, ки аз таъсири манбаъҳои табиӣ ва техникӣ-ионизаторӣ ба вучуд меояд. Фони радиатсионӣ дар дохили биноҳо чӯзҳои манбаи заминӣ (радионуклидҳои табиӣ) ва радиатсияи кайҳониро дар бар мегирад, инчунин метавонад тавассути масолеҳи сохтмонӣ ва корҳои муҳандисӣ афзуда шавад.

Ба радионуклидҳои табиӣ дарозмуддат, ки фони радиатсионӣ дар биноҳоро муайян мекунанд, радий-226, торий-232 ва калий-40 дохил мешаванд. Ғайр аз ин, дар биноҳои сохтмонӣ метавонад сезий-137-и техникӣ вучуд дошта бошад, ва дар ҳаво – изотопҳои кӯтоҳмуддати радий ва камтар торий (бо давраи нимтақсимшавиашон камтар аз 10 рӯз), низ таъсиргузор мебошанд.

Мувофиқи меъёрҳои санитарӣ, ба ҳисоб гирифта мешавад, ки зичи миёнаи чараёни радон аз сатҳи ҳок беҳатар ҳисобида мешавад, агар он барои хонаҳои баландошиёна аз 80 мБк/м²·с ва барои хонаҳои камқабата аз 40 мБк/м²·с зиёд набошад. Бо ин сабаб, ҳангоми интиҳоб кардани қитъа барои сохтмон бояд пешакӣ мониторинги радиатсионӣ дар минтақа гузаронида шавад, то хатари эҳтимолиро истисно намуда ва амнияти сокинони ояндаро таъмин намояд.

Барои маъмуриятҳои шаҳр ва ноҳияҳо харитаҳои радиоэкологии минтақаҳо аҳамияти калон дошта, имкон медиҳад то ҷойҳо барои сохтмони объектҳои гуногунро интиҳоб намоянд.

Барои гузаронидани корҳои сохтмонӣ ва коркарди ашёи хоми минералӣ ченкуниҳои пешакии радионуклидҳо дар ин маводҳо зарур мебошанд.

Дар қори пешниҳодшуда маълумотҳои систематик карда шудаанд, ки дар раванди таҳқиқоти комплексӣ гузаронидашуда аз ҷониби мутахассисони Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон ба даст омадаанд. Таҳқиқотҳои спектри васеъи минтақаҳоро фаро мегиранд. Аз минтақаҳои шаҳрӣ то ноҳияҳои деҳот ва ба арзёбии вазъи радиоэкологии муҳити атроф равона шудаанд. Дар асоси онҳо харитаҳои радиоэкологии минтақаҳои таҳқиқшуда таҳия гардидаанд, ки аз нуқтаи назари амалӣ дар ҷодаи хоҷагии халқ аҳамияти калон доранд.

Дар қори мазкур усули гузаронидани корҳои арзёбии вазъи радиатсионӣ ва гигиенӣ дар партовгоҳо инъикос шудааст, ҳамчунин усули муайян намудани миқдори радон дар атмосфера пешниҳод шудааст. Арзёбии хатари радонӣ дар минтақаҳои партовгоҳо гузаронида шудааст. Хатарҳои эҳтимолии партовгоҳо барои аҳолие, ки дар наздикии онҳо зиндагӣ мекунанд, арзёбӣ карда шудаанд.

Мушкилоти радиоэкология дар Ҷумҳурии Тоҷикистон

Дар доираи таҳқиқоти гузаронидашуда арзёбии концентратсияҳои радионуклидҳои табиӣ дар ҳокҳои минтақаҳои ҷанубу ғарбӣ ва шарқии Ҷумҳурии Тоҷикистон анҷом дода шуд. Таваҷҷуҳи махсус ба омӯзиши изотопи сезий-137 дода шудааст.

Натиҷаҳои таҳқиқоти радионуклидҳои табиӣ дар баъзе манбаъҳои оби чашма дар Тоҷикистон пешниҳод шудаанд. Муайян карда шуд, ки баландтарин қиматҳои фаъолияти ҳос

умумии алфа радионуклидҳо дар намунаҳои об аз манбаҳои «Хоки Али» ва «Наврӯз» мушоҳида шудааст.

Ҳамчунин эквиваленти баробарвазни ҳаҷмии радон (ЭМФХ) дар биноҳои муассисаҳои томақтабӣ ва мактабҳои минтақаҳои ҷанубии кишвар омӯхта шуд.

Таҳлили маълумоти бадастомада нишон дод, ки қиматҳои миёнаи солони ЭМФХ-и радон дар ошёнаҳои аввалини биноҳо тақрибан 70 Бк/м^3 ва дар ошёнаҳои дуум тақрибан 60 Бк/м^3 мебошанд. Ин нишондиҳандаҳо дар ҳудуди иҷозатдодашуда қарор дошта, бо меъёрҳои амнияти радиатсионӣ мувофиқанд, аз ҷумла бо талаботи НРБ-2006 мувофиқат мекунад.

Дар натиҷаи таҳқиқот ва таҳлили маълумоти бадастомада муяссар гардид, ки тасвири объективии вазъи радиоэкологии минтақаҳои гуногуни кишвар ташкил карда шавад. Ин на танҳо имкон медиҳад сатҳи таъсири пуршиддати радиатсионӣ ба муҳити атроф ва аҳолиро арзёбӣ намоем, балки пешгӯиҳои илмӣ ва асоснокро оид ба рушди минбаъдаи вазъи радиоэкологӣ дар минтақа таҳия намоем.

Натиҷаҳои таҳқиқот нишон медиҳанд, ки дар конструкцияҳои муосири сохтмонӣ сабабҳои асосии ҷамъшавии радон инҳоянд: - воридшавии диффузии радон аз масолеҳи сохтмонӣ, ки радионуклидҳои табиӣ доранд; - гардиши ҳаво ки кофӣ нест ва боиси нигоҳ доштани радон дар ҳаҷми маҳдуди иншотҳо мегардад.

ХУЛОСАҲО

Натиҷаҳои асосии таҳқиқот

1. Дар асоси таҳлили манбаҳои илмӣ ва техникӣ арзёбии ҳатари эҳтимолии радиатсионӣ, вобаста ба партовҳои гузаронида шуд. Таъсири партовҳои радиоактивии ҷамъшуда ба ҷузъҳои биосфера, аз ҷумла хок, об ва растаниҳо, бо назардошти хусусиятҳои муҳочирати радионуклидҳо мавриди баррасӣ қарор гирифт [1-М, 7-М, 9-М, 10-М, 14-М, 16-М, 18-М].

2. Миқдори радионуклидҳо дар қабати хокии минтақаҳои гуногуни Тоҷикистон бо тавачҷуҳи махсус ба изотопи техникӣ сезий-137 таҳқиқ карда шуд. Қонуниятҳои ҳоси тақсимои фазоии он муайян карда шуданд, ки ба боришотҳои атмосфера вобаста мебошанд [1-М, 6-М, 7-М, 9-М, 10-М, 11-М, 12-М, 14-М, 16-М, 18-М, 20-М].

3. Арзёбии фаъолияти радиатсионӣ самараноки радон дар биноҳои муассисаҳои томақтабӣ ва мактабҳо, воқеъ дар ноҳияҳои ҷанубии Ҷумҳурии Тоҷикистон гузаронида шуд. Таҳлил нишон дод, ки воҳҳои солони миёнаи самараноки шуӯдиҳӣ, ки бо иштироки радон ба вучуд меоянд, дар ҳудуди қиматҳои иҷозатдодашудаи меъёрҳои санитарӣ қарор доранд [2-М, 8-М, 13-М, 18-М].

4. Миқдори радионуклидҳо дар маъданҳои минералии Тоҷикистон омӯхта шуд. Дар конҳои таҳқиқшуда радионуклидҳои табиӣ дар ҳудуди меъёрҳои иҷозатдодашудаи санитарӣ қарор доранд [1-М, 4-М, 6-М, 7-М, 9-М, 10-М, 15-М, 20-М].

5. Мониторинги радионуклидҳо дар объектҳои таърихӣ ва сайёҳии Тоҷикистон гузаронида шуданд. Вазъи радиатсионӣ дар шаҳри қадимаи Карон, объектҳои таърихии «Тахти Сангин» ва «Ачинатеппа» мавриди омӯзиш қарор гирифтанд [4-М, 5-М, 6-М, 8-М, 9-М, 13-М, 17-М, 18-М, 20-М, 21-М].

Тавсияҳои барои истифодаи амалӣ натиҷаҳо:

- ҳангоми истифодаи манбаҳои табиӣ об, баҳусус чашмаҳо, барои истифодаи ошомиданӣ тавсия дода мешавад, ки таҳлили об барои миқдори радон бо дарназардошти паҳншавии эҳтимолии он аз сохторҳои геологӣ гузаронида шавад.
- маълумоти бадастомада оид ба консентратсияи радионуклидҳои табиӣ дар хок метавонад аз ҷониби мутахассисон дар соҳаи хокшиносӣ барои арзёбии равандҳои эрозия, ташҳиси ҳолати қабати хок ва дигар нишондиҳандаҳои агроэкологӣ истифода шавад.
- натиҷаҳои ҷенкунии радиоэкологӣ бояд ҳангоми банақшагирӣ ва асосноккунии сохтмони объектҳои истиқоматӣ, иҷтимоӣ ва инфрасохторӣ ба назар гирифта шаванд. Ин

имкон медиҳад хатари радиатсионӣ кам карда шуда ва амнияти санитарии аҳоли таъмин карда шавад.

– дар биноҳои муассисаҳои томақтабӣ ва мактабӣ тавсия дода мешавад, ки тадбирҳои муҳофизати радонро қорӣ намоянд, аз ҷумла оптимизатсияи системаҳои ҳавокаш, ки ба паст кардани концентратсияи радон дар ҳаво ва беҳтар намудани шароити истироҳати кӯдакон ва кормандон мусоидат мекунад.

РҶҲАТИ ИНТИШОРОТ АЗ РҶИ МАВЗҶИ РИСОЛА

Мақолаҳои дар маҷаллаҳои илмӣ аз ҷониби КОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон тавсия шуда:

[1-М]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Содержание Cs -137 в почвенном покрове Центрального и Южного Таджикистана / С. В. Муминов, Б. Б. Баротов, У. М. Мирсаидов, Ш. Р. Муродов, Дж. А. Саломов, И. Мирсаидзода // Радиационная гигиена. - 2021. – № 2. – С. 66-71.

[2-М]. **Murodov, Sh. R.** [Sh. Murodzoda] Radon EEC in the Southern Region's Preschool and School Institution's Buildings of the Republic of Tajikistan / U. M. Mirsaidov, S. V. Muminov, B. B. Barotov, I. U. Mirsaidov, Sh. R. Murodov // Modern Environmental Science and Engineering (ISSN 2333-2581). – 2021. – V. 7. - № 10. – P.1010-1016.

[3-М]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Разработка методики радиационного контроля исторических памятников Таджикистана / Ш. Р. Муродов // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. — 2021. - № 2 (215). - С. 178-185. - ISSN 2413-4568.

[4-М]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Проведение радиоэкологического мониторинга на историческом объекте Аджинатеппа в районе Кушониён Таджикистана / Ш. Р. Муродов, Ф. С. Мухидинова, С. С. Рахматшоев, Б. Б. Баротов, И. Мирсаидзода // Доклады НАН Таджикистана. – 2023. – Т. 66. - № 11-12. – С. 685-689.

[5-М]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Проведение радиационного обследования на историческом объекте «Тахти Сангин» в Кабодиёнском районе Таджикистана / Ш. Р. Муродов, Ф. А. Хамидов, Ф. С. Мухидинова, С. С. Рахматшоев, М. М. Шокиров, У. М. Мирсаидов, М. А. Гафуров // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава (научный журнал). Серия естественных наук. - 2023. - № 1(10). - С. 32-35. - ISSN 2412-8270.

[6-М]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Радиоэкологический мониторинг на некоторых исторических и туристических объектах Таджикистана / И. Мирсаидзода (И. Мирсаидов), Б. Б. Баротов, Ш. Р. Муродов, Ф. С. Мухидинова, У. М. Мирсаидов // Известия НАН Таджикистана. Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. наук. - 2024. - № 1 (194). – С. 93-96.

[7-М]. **Муродзода, Ш.** Радионуклиды в почвах Таджикистана / Ш. Муродзода (Ш. Р. Муродов), С. В. Муминов, И. Мирсаидзода (И. У. Мирсаидов), И. Ф. Рахимов // Доклады НАН Таджикистана. – 2025. – Т. 68. - №8. – С. 827-832.

[8-М]. **Муродов, Ш.Р.** Радионуклиды в воздушном бассейне Таджикистана / Ш.Муродзода (Ш.Р. Муродов), С.В.Муминов, И.Мирсаидзода (И.У. Мирсаидов), член-корреспондент НАН Таджикистана И.Ф.Рахимов // Доклады НАН Таджикистана. – 2025. – Т. 68. - № 9-10 – С.956-960

Интишорот дар маводҳои конфронсҳои илмӣ:

[9-М]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Удельная суммарная активность радионуклидов в воде источников питьевого водоснабжения южных районов Республики Таджикистан / С. В. Муминов, Ш. Р. Муродов, Ф. С. Мухидинова, Б. Б. Баротов, И. У. Мирсаидов // XV Нумановские чтения «Современное состояние химической науки и использование её достижений в народном хозяйстве РТ». – Душанбе, 2019. – С. 153-155.

[10-М]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Радиологический мониторинг минеральных руд Таджикистана / Ф. А. Хамидов, Б. Б. Баротов, Ш. Р. Муродов, И. У. Мирсаидов, Ш. Г.

Шосафарова // XV Нумановские чтения. – Душанбе, Институт химии АН РТ, 2019. – С. 169-171.

[11-М]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Изучение содержания природных радионуклидов в почвах Юго-Западных и Восточных районов Республики Таджикистан / С. В. Муминов, Б. Б. Баротов, Ш. Р. Муродов, У. М. Мирсаидов // Республиканская научно-практическая конференция «Современные проблемы физики конденсированного состояния и ядерная физика», посвящённая 20-летию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования. – Душанбе, 2020. – С. 303-306.

[12-М]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Радиационно-гигиеническая оценка содержания и распределения Cs -137 в различных районах Таджикистана / У. М. Мирсаидов, С. В. Муминов, Б. Б. Баротов, Ш. Р. Муродов // Международная научная конференция «Сахаровские чтения 2021 года: экологические проблемы XXI века». - Минск, Республика Беларусь, 2021. – Ч. 2. – С. 283-286.

[13-М]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Особенности распределения Cs -137 в почвах Республики Таджикистан за счёт атмосферных выпадений / У. М. Мирсаидов, С. В. Муминов, С. М. Бахронов, Ш. Р. Муродов, З. Н. Сайфиева // Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Актуальные вопросы радиационной гигиены». - Санкт-Петербург, 2023. – С. 206-210.

[14-М]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Исследования в области радиозэкологии в Таджикистане / С. В. Муминов, М. М. Хакдодов, С. М. Бахронов, Ш. Р. Муродов, И. Мирсаидзода // XVIII Нумановские чтения «Развитие современной химии и её теоретические и практические аспекты». - Душанбе, 2023. – С. 243-244.

[15-М]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Распределение Cs -137 в почвенном покрове Таджикистана / М. З. Ахмедов, С. В. Муминов, Х. М. Назаров, Ш. А. Рахимбердиев, Ш. Р. Муродов // XVIII Нумановские чтения «Развитие современной химии и её теоретические и практические аспекты». - Душанбе, 2023. – С. 244-247.

[16-М]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Содержание радионуклидов в почвах Таджикистана / С. В. Муминов, Ш. Р. Муродов, Ф. З. Шафиев, Ш. Б. Каримова // Республиканская научно-практическая конференция молодых учёных «Наука глазами молодых учёных», посвящённая объявлению 2024 года «Годом правового образования». – Душанбе, 2024. – С. 396-399.

[17-М]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Экологическое воздействие изотопа Cs -137 на окружающую среду Таджикистана / С. В. Муминов, М. А. Зоитова, С. М. Бахронов, Ш. Р. Муродов, И. Мирсаидзода // Международная научно-практическая конференция: «Цифровая индустрия и энергетическое развитие глазами учёных и исследователей». – Бохтар, Таджикистан, 2024. – С. 138-142.

[18-М]. **Муродов, Ш. Р.** [Муродзода Ш.] Радиационная ситуация в культурно-историческом комплексе «Крепость Худжанд» г. Худжанда согдийской области Республики Таджикистан / Х. М. Назаров, К. А. Эрматов, Ф. Х. Гаффорова, Ш. Р. Муродов // Международная научно-практическая конференция «Перспективы использования ядерной технологии и проблемы радиационной безопасности в государствах Центральной Азии». – Душанбе, 2025. – С. 117-120.

[19-М]. **Муродзода, Ш. Р.** Радионуклидный мониторинг биосреды Таджикистана / Ш. Муродзода, С. В. Муминов, И. Мирсаидзода, И. Ф. Рахимов // XX Нумановские чтения «Современные этапы развития химических наук: Актуальные вопросы теории и практики». – Душанбе, 2025. – С.22-25.

[20-М]. **Муродзода, Ш. Р.** Оценка распределение цезия-137 в почвах северного, центрального и южного Таджикистана / С.В. Муминов, М.З Ахмедов, Ш. Р. Муродзода, И. Ф. Рахимов // Сборник материалов научно-практической конференции «Оценка воздействия урановых хвостохранилищ на окружающую среду», посвящённой 80-летию памяти Нумонджона Хакимова 18-19 сентября 2025г. – С. 51-55.

[21-М]. **Муродзода, Ш. Р.** Химический состав воды реки сьрдари в зонах разного функционального использования (в пределах северного Таджикистана) / Ф.Х. Гаффорова, Ш. Р. Муродзода, И. Ф. Рахимов, Ф.З. Шафиев // сборник материалов научно-практической конференции «Оценка воздействия урановых хвостохранилищ на окружающую среду», посвящённой 80-летию памяти Нумонджона Хакимова 18-19 сентября 2025г. – С. 65-70.

Патент барои ихтироот:

[22-М]. Малый патент Республики Таджикистан № ТД 1222. Сухая отделочная строительная смесь / И. Мирсаидзода, Д. И. Мирзоев, Х. М. Назаров, Б. Б. Баротов, **Ш. Р. Муродов**, Ф. А. Хамидов, У. Мирсаидов. - 21.10.2020.

АННОТАЦИЯ

на диссертацию Муродзода Шохин Рустам на тему «Экологическая оценка содержания радионуклидов биосреды и мониторинг радиационной обстановки регионов Таджикистана», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.9. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (2.9.6. Экология)

Ключевые слова: радионуклиды, экология, радиация, мониторинг, эквивалентная равновесная объёмная активность, цезия-137, радиоэкология, радон, изотопы, радионуклидов в почвах, торий-232 (^{232}Th), радий-226 (^{226}Ra) и калий-40 (^{40}K).

Объекты и методы исследования, использованное оборудование: естественные и антропогенно трансформированные элементы биосферы, включая почвенные структуры, поверхностные и подземные водоёмы, атмосферный воздух, а также живые организмы, подвергающиеся воздействию радионуклидов. В ходе исследования использовано современное оборудование: гамма-спектрометра, трековыми детекторами типа “Radtrak”, спектрометрического оборудования модели “МКС-6102” и портативный рюкзачный дозиметр Thermo FHT1377 Pack.

Цель работы. Радиоэкологическая оценка содержания, пространственного распределения и динамики как природных, так и антропогенных радионуклидов в пределах биосферы Республики Таджикистан. Физико-химические методы анализа для количественного определения содержания радиоактивных элементов в образцах воды, почвы и биологических материалов. Дозиметрические и гамма-спектрометрические измерения с использованием сертифицированных приборов для оценки мощности дозы, активности радионуклидов и радиационного фона исследуемых территорий.

Полученные результаты и научная новизна работы заключаются в оценка радиоэкологической состояния биосферы Республики Таджикистан, охватывающий ключевые природные компоненты – почвенный покров, водные ресурсы и атмосферный воздух. Получена новая информация о концентрациях природных радионуклидов (включая уран, радий и торий) в водах, используемых для питьевого водоснабжения, а также в родниковых источниках, что обеспечивают более точную оценку радиационно-гигиенических рисков для населения.

Теоретическая и научно-практическая ценность работы является исследования существенно расширяют представления о механизмах формирования, миграции и пространственного распределения как природных, так и техногенных радионуклидов в пределах биосферы Республики Таджикистан. Полученные результаты позволяют уточнить радиоэкологические параметры основных компонентов окружающей среды – почвенного покрова, гидросферы и атмосферного воздуха – выявить их роль в накоплении и трансформации радионуклидного загрязнения. Сформирована теоретическая основа для построения, прогностических моделей оценки радиационного риска, а также для анализа долгосрочных изменений радиационной обстановки в специфических условиях горных экосистем Центральноазиатского региона.

Предложения по практическому применению полученных результатов:

Результаты исследования обладают высокой прикладной ценностью. Они могут быть использованы для оптимизации систем радиационного мониторинга, повышения точности оценки текущего состояния окружающей среды и разработки эффективных мер по снижению уровня радиоактивного загрязнения. Предложенные методический подходы могут быть внедрены в практику экологического контроля, управления радиоактивными и токсичными отходами, а также при разработке нормативно-правовых актов и стандартов в области радиоэкологии и охраны окружающей среды.

Область применения: радиоэкология, экология и охрана окружающей среды, химическая промышленность, строительная индустрия.

АННОТАТСИЯ

барои диссертатсияи Муродзода Шоҳин Рустам дар мавзӯи «Арзёбии экологии мавҷудияти радионуклидҳо дар муҳитҳои биологӣ ва мониторинги вазъияти радиатсионӣ дар минтақаҳои Тоҷикистон», ки барои дарёфти унвони илмии номзади илмҳои техники аз рӯи ихтисоси 2.9. Бехатарии фаъолияти ҳаёт ва ҳифзи муҳити зист (2.9.6. Экология).

Калидвожаҳо: радионуклидҳо, экология, радиатсия, мониторинг, эквиваленти мувозинати фаъолияти ҳаҷми (ЭМФХ), сезий-137, радиоэкология, радон, изотопҳо, радионуклидҳо дар хок, торий-232 (^{232}Th), раадий-226 (^{226}Ra) ва калий-40 (^{40}K).

Объектҳо ва усулҳои таҳқиқот, таҷҳизоти истифодашуда: унсурҳои табиӣ ва антропогенӣ-трансформашудаи биосфера, аз ҷумла сохторҳои хок, обанборҳои рӯизаминӣ ва зеризаминӣ, ҳавои атмосфера ва инчунин организмҳои зинда, ки ба радионуклидҳо таъсир мегиранд. Дар ҷараёни таҳқиқот таҷҳизотҳои муосир истифода шудаанд: спектрометри гамма, детекторҳои трекии намуди "Radtrak", таҷҳизоти спектрометрии модели "МКС-6102" ва дозиметри кӯлавории портативӣ Thermo FHT1377 Pack.

Мақсади кор: арзёбии радиоэкологии микдор, тақсими фазой ва динамикаи радионуклидҳои табиӣ ва антропогенӣ дар ҳудуди биосфераи Ҷумҳурии Тоҷикистон. Усулҳои физикавӣ-химиявӣ барои муайянкунии микдори унсурҳои радиоактивӣ дар намунаҳои об, хок ва маводи биологӣ. Ҷенкуниҳои дозиметрӣ ва гамма-спектрометрӣ бо истифода аз асбобҳои сертификатшуда барои арзёбии тавоноӣ доза, фаъолияти радионуклидҳо ва заминаи радиатсионӣ дар минтақаҳои таҳқиқшуда.

Натиҷаҳо ва нағониҳои илмӣ: арзёбии вазъи радиоэкологии биосфераи Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки ҷузъҳои асосии табиӣ – қабати хок, захираҳои об ва ҳавои атмосфераро фаро мегирад. Маълумоти нав оид ба консентратсияҳои радионуклидҳои табиӣ (аз ҷумла уран, радий ва торий) дар обҳои ошомиданӣ ва манбаъҳои чашма дастрас карда шуд, ки имкон медиҳад арзёбии дақиқтари хатари радиатсионӣ ва гигиенӣ барои аҳоли анҷом дода шавад.

Аҳамияти назариявӣ ва амалӣ кор: таҳқиқот оид ба механизмҳои ташаккул, паҳншавӣ ва тақсими фазои радионуклидҳои табиӣ ва техникаӣ дар биосфераи Тоҷикистон васеъ менамояд. Натиҷаҳо имкон медиҳанд, ки параметрҳои радиоэкологии ҷузъҳои асосии муҳити атроф – қабати хок, гидросфера ва ҳавои атмосфера – дақиқтар муайян карда шуда, нақши онҳо дар ҷамъшавӣ ва трансформасияи ифлосшавии радионуклидӣ муайян гардад. Заминаи назариявӣ барои сохтани моделҳои пешгӯии арзёбии хатарҳои радиатсионӣ ва таҳлили тағйироти дарозмуддати вазъи радиатсионӣ дар шароити махсуси экосистемаҳои кӯҳии Осиёи Марказӣ фароҳам оварда шуд.

Тавсияҳо барои истифодаи амалӣ: натиҷаҳои таҳқиқот арзиши баланди амалӣ доранд. Онҳо метавонанд барои оптимизатсияи системаҳои мониторинги радиатсионӣ, баланд бардоштани дақиқии арзёбии вазъи муҳити атроф ва таҳияи тадбирҳои муассири коҳиш додани ифлосшавии радиоактивӣ истифода шаванд. Усулҳои пешниҳодшуда метавонанд дар амалияи назорати экологӣ, идоракунии партовҳои радиоактивӣ ва захрнок, ҳамчунин таҳияи санадҳои меъёрӣ ва стандартҳо дар соҳаи радиоэкология ва ҳифзи муҳити зист татбиқ шаванд.

Соҳаи истифода: радиоэкология, экология ва ҳифзи муҳити зист, саноати химиявӣ, саноати сохтмон.

ANNOTATION

for the dissertation by Murodzoda Shohin Rustam on the topic “**Ecological Assessment of Radionuclide Content in the Biosphere and Monitoring of the Radiation Situation in the Regions of Tajikistan**”, submitted for the degree of Candidate of Technical Sciences in the specialty 2.9. Life Safety and Environmental Protection (2.9.6. Ecology).

Keywords: radionuclides, ecology, radiation, monitoring, equivalent equilibrium volumetric activity (EEVA), cesium-137, radioecology, radon, isotopes, soil radionuclides, thorium-232 (^{232}Th), radium-226 (^{226}Ra), potassium-40 (^{40}K).

Objects and methods of research, equipment used: natural and anthropogenically transformed elements of the biosphere, including soil structures, surface and underground water bodies, atmospheric air, and living organisms exposed to radionuclides. During the research, modern equipment was used: gamma spectrometer, track detectors of "Radtrak" type, spectrometric equipment model "MKS-6102" and portable backpack dosimeter Thermo FHT1377 Pack.

Objective of the work: to perform a radioecological assessment of the content, spatial distribution, and dynamics of both natural and anthropogenic radionuclides within the biosphere of the Republic of Tajikistan. Physico-chemical analysis methods were used to quantitatively determine the content of radioactive elements in water, soil, and biological samples. Dosimetric and gamma-spectrometric measurements were carried out using certified instruments to assess dose rates, radionuclide activity, and radiation background in the studied territories.

Results and scientific novelty: assessment of the radioecological state of the biosphere of Tajikistan, covering key natural components – soil cover, water resources, and atmospheric air. New data on the concentrations of natural radionuclides (including uranium, radium, and thorium) in drinking water and spring sources were obtained, providing a more accurate evaluation of radiation-hygienic risks for the population.

Theoretical and scientific-practical significance: the study significantly expands understanding of the mechanisms of formation, migration, and spatial distribution of both natural and technogenic radionuclides within the biosphere of Tajikistan. The results allow for a more precise characterization of the radioecological parameters of major environmental components – soil, hydrosphere, and atmospheric air – and clarify their role in the accumulation and transformation of radionuclide contamination. A theoretical basis was established for constructing predictive models for radiation risk assessment and analyzing long-term changes in the radiation situation under the specific conditions of mountainous ecosystems in the Central Asian region.

Practical application of results: the research results have high practical value. They can be used to optimize radiation monitoring systems, improve the accuracy of current environmental assessments, and develop effective measures to reduce radioactive contamination. The proposed methodological approaches can be implemented in ecological control practices, management of radioactive and toxic wastes, and the development of regulatory and standardization documents in the field of radioecology and environmental protection.

Field of application: radioecology, ecology and environmental protection, chemical industry, construction industry.

Сдано в печать 20.02.2026 г.
Подписано в печать 26.02.2026 г.
Формат 21x29,7 1/4. Бумага офсетная.
Печать лазерная. Тираж 100 шт
Отпечатано в копицентре «SIMO»
г. Душанбе, ул. Дехлави 1