

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

---

*На правах рукописи*

УДК: 661.8...22  
504.75 +504.064.36 (575.3)



**БАХРОНОВ Соджидхон Манонджонович**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ УРАНСОДЕРЖАЩИХ  
МАТЕРИАЛОВ И ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОПАСНОСТИ РАЙОНОВ  
ТАДЖИКИСТАНА**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальностям

05.17.00 – Химическая технология (05.17.01 – технология неорганических веществ) и 03.02.08 –  
Экология (03.02.08.04 – технические науки)

**Душанбе-2024**

Работа выполнена на базе «Лаборатории технических услуг» Научно-исследовательского отдела Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности Национальной академии наук Таджикистана.

**Научный руководитель:** **Мирсаидзода Илхом**  
доктор технических наук, профессор,  
директор Агентство по химической,  
биологической, радиационной и ядерной  
безопасности Национальной академии  
наук Таджикистана (технологической части)

**Научный консультант:** **Хакдод Махмадшариф Махмуд**  
доктор технических наук, член-корр НАНТ, про-  
фессор, главный научный сотрудник Института  
водных проблем, гидроэнергетики и экологии  
НАН Таджикистана (экологической части)

**Официальные оппоненты** **Гайбуллаева Зумрат Хабибовна**  
доктора технических наук, и.о. профессор кафедры  
«Технология химического производства» Таджик-  
ского технического университета им. М.С. Осимӣ  
**Розиков Зафар Абдукахорович**  
доктора технических наук, профессор кафедры  
«Экология» Горно-металлургического института  
Таджикистана

**Оппонирующая организация:** Факультет «Химии и биологии» Бохтарского гос-  
ударственного университета им. Н.Хисрава

Защита состоится «11» сентября 2024 года в 9-00 часов на заседании диссертационного совета 6D.KOA042 на базе Института химии им. В.И.Никитина НАН Таджикистана и Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН Таджикистана по адресу: 734063, г. Душанбе, ул. Ай-ни 299/2, E-mail: f.khamidov@cbrn.tj.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке и на сайте Института химии им. В.И. Никитина НАНТ [www.chemistry.tj](http://www.chemistry.tj).

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

Учёный секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат химических наук



Хамидов Ф.А.

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность и необходимость проведения исследований по данной проблеме.** Промышленные предприятия, в особенности предприятия горнодобывающей промышленности, являются локомотивом развития страны. В 20 веке Таджикистан был одним из главных производителей уранового концентрата, вследствие чего, как наследие Советского Союза, на территории Таджикистана имеется более 55 тыс. тонн отходов. В решении проблемы защиты окружающей среды особую важную роль принадлежит химии и химической технологии. Поиск путей утилизации урановых отходов является актуальной задачей нашего времени. Кроме того, проблема повышения степени использования вторичных ресурсов в настоящее время стала одной из важных задач горнодобывающей промышленности.

В условиях истощения минеральных ресурсов, роста населения и ухудшения состояния окружающей среды особое значение имеет охрана объектов и населения от радиационных загрязнений.

Решение этой задачи требует постановки научно-исследовательских работ по проблемам переработки отходов урана и проведения мониторинга радиационных территорий Таджикистана.

Поэтому переработка ураносодержащих материалов и оценка радиационной опасности являются актуальной задачей.

Необходимость проведения исследований, касающихся переработки ураносодержащих руд и отходов исходит из решения проблем охраны окружающей среды.

В последние годы ряд исследователей – Мирсаидов У., Хакимов Н., Баротов Б.Б. и другие провели работы по переработке ураносодержащих руд и отходов урановой промышленности, в основе работ лежал комплексный подход к этим рудам и отходам. В этих работах решены отдельные проблемы по переработке урановых отходов. Однако оценка радиационной опасности при переработке урановых руд не проводилась.

В настоящей работе использован новый подход по переработке руд и отходов урановой промышленности наряду с другими методами. Особое внимание уделено вопросам радонового мониторинга.

**Степень научной разработанности изучаемой проблемы.** В Агентстве по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН Таджикистана исследуются вопросы, направленные на изучение технологические основы переработки ураносодержащих руд различных месторождений Таджикистана и оценка радиационной опасности при их переработке, а также из отходов урановой промышленности, супесчаных ураносодержащих почв, шахтных и дренажных вод с получением оксид урана. Для переработки ураносодержащих руд разработаны различные методы – перспективными среди которых можно назвать сернокислотные методы с использованием окислителей и сорбционные, данные методы имеют много преимуществ, однако имеют и некоторые недостатки. Сырье для нужд ураноперерабатывающей промышленности нашей страны является достаточно и предложен гидрометаллургический метод переработки сырья, так как из-за горной местности подземное и кучное выщелачивание трудно применяется.

Урансодержащие руды месторождений Таджикистана являются перспективными для получения из них урановых концентратов и для их переработки разработаны обобщённые технологические схемы с целью получения урановых соединений с использованием местных сырьевых материалов.

Экологический часть работы представляет собой краткий обзор и обобщённый анализ имеющихся научных достижений в области радиационной экологии, в Республике Таджикистан методологические и теоретические основы данной проблемы являются не разработанными. Основой для нашего исследования послужили отечественные и иностранные научные труды авторов, которые работали по данному направлению, это научные труды учёных: И.В. Ярмошенко, А.А. Цапалова, С.М. Киселева, А.М. Маренного и др.

Из отечественных авторов, которые проводили работы по радиационному мониторингу территорий вокруг хвостохранилищ, исследовали миграцию цезия-137 в некоторых территориях Таджикистана, проводили радоновый мониторинг северного Таджикистана и исследовали пылевые и газовые примеси в аридных зонах, нужно назвать Х. Муртазаева, А. Джураева, С.Ф. Абдуллаева, У. Мирсаидова, Н. Хакимова, И.У. Мирсаидова, Х.М. Назарова, Б.Б. Баротова, Дж.А. Саломова и др.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Цель исследования** - изучение физических, химических и технологических основ переработки урансодержащих материалов и оценка радиационной опасности при переработке урановых руд и отходов, а также радиационный мониторинг на различных территориях Таджикистана, их радиационная ситуация и радиологические карты.

**Задачами исследования данной работы являются:**

- технологические основы переработки урансодержащих материалов;
- оценка радиационной опасности при переработке отходов урановой промышленности и урансодержащих руд;
- специфика и особенности переработки отходов урановой промышленности и урансодержащих руд;
- радиологический мониторинг урановых отходов;
- мониторинг содержания радона на отдельных территориях Республики Таджикистан;
- изучение концентраций  $^{222}\text{Rn}$  в атмосферном воздухе и воздухе зданий и жилых помещений.

**Научная новизна:**

- разработаны технологические основы переработки урансодержащих материалов;
- дана оценка радиационной опасности при переработке урансодержащих материалов и радоноопасности некоторых территорий Таджикистана;
- изучена миграция радионуклидов в окружающей среде;
- установлено, что дозы облучения населения, проживающего на радоноопасных территориях, зависят от времени пребывания их в этих участках.

**Теоретическая ценность работы** - это переработка ураносодержащих материалов и оценка воздействия радионуклидов в окружающей среде при переработке урановых руд и отходов, мониторинг радоноопасности территорий Таджикистана. Полученные данные по радионуклидному мониторингу различных зон Таджикистана можно использовать при расчётах и составлении моделей для оценки доз облучения работников, работающих с ИИИ, и населения, подвергшегося радоновому облучению.

**Практическая значимость** Важное практическое значение имеет использование результатов данной диссертационной работы по исследованию урановых руд и отходов, и обоснованию проведения защитных мероприятий, которые направлены на снижение уровней облучения населения, которое проживает на территориях с техногенно изменённым радиационным фоном из-за образования радиоактивных хвостохранилищ при переработке урановых руд.

В практическую значимость работы также включён тот факт, что на основании проведённых исследований определены санитарные зоны при переработке отходов хвостохранилищ урана. Мониторинг радоноопасности территорий даёт возможность защитить население от воздействия радионуклидов.

**Личный вклад автора** - соискателя состоит в сборе литературных сведений по теме диссертации, проведении экспериментов по переработке ураносодержащих материалов, подготовке и проведении измерений индивидуальных доз облучения медперсонала и населения, проживающего на радоноопасных территориях, установке и сборе детекторов радона. Анализе и апробации научных и экспериментальных результатов и их публикации.

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

1. **Область исследования соответствует паспорту специальности 05.17.00 – Химическая технология (05.17.01 – технология неорганических веществ)** по пунктам:

- Процесс получения минералогических продуктов, а именно получение уранового концентрата  $U_3O_8$ .
- Технологическая процедура – разработки физико-химических основ для процессов переработки урановых отходов и ураносодержащих руд.
- Способы и процедуры защиты окружающей среды – оценка радиационной безопасности.

2. **Область исследования соответствует паспорту специальности 03.02.08 – Экология (03.02.08.04 – технические науки)** 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.

**Основные результаты, выносимые на защиту:**

- переработка урановых руд и отходов и оценка их воздействия на окружающую среду;
- оценка радиационной опасности при переработке урансодержащих материалов;
- радон и его воздействие на окружающую среду;
- результаты радонового мониторинга некоторых территорий страны;
- разработка нормативно-правовой базы контроля радона;
- результаты измерений по оценке радоноопасности территорий Таджикистана.

**Достоверность результатов** диссертации подтверждается параллельными экспериментами и химическими анализами нескольких образцов, а также проведением измерений радона в помещениях, с применением новейших экспериментальных приборов.

**Апробация работы.** Результаты диссертационной работы представлялись и обсуждались на следующих конференциях и семинарах: Международная научно-техническая конференция «Современное состояние и перспективы развития производства фосфорсодержащих удобрений на основе фосфоритов центральных Кызылкумов и Каратау». (Ташкент, Республика Узбекистан, 2018); XIV Международная научно-техническая конференция «Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2018)». (Уфа, 2018); Международная научно-практическая конференция «Перспективы использования материалов устойчивых к коррозии в промышленности Республики Таджикистан» (Душанбе, 2018); III Международная научно-практическая конференция «Роль молодых учёных в развитии науки, инноваций и технологий». (Душанбе, 2018); IV Международная научная конференция «Вопросы физической и координационной химии» (Душанбе, 2019); II Международный научный форум «Ядерная наука и технология». (Алматы, Республика Казахстан, 2019); Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии одианрных, комплексных и органо-минеральных удобрений». (Ташкент, Республика Узбекистан, 2022); Международная научно-практическая конференция «Химическая, биологическая, радиационная и ядерная безопасность: достижения, проблемы и будущие перспективы». (Гулистан, Таджикистан, 2023).

Международной научной конференции «Сахаровские чтения 2017 -2020 годов: экологические проблемы XXI века» (Минск, Республика Беларусь, 2020); XV

Нумановских чтениях «Академик И. У. Нуманов и развитие химической науки в Таджикистане» (Душанбе, Таджикистан, 2019); Республиканская научно-практическая конференция «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); Материалы республиканской научно-практической конференции (III-годовая) ГОУ «Хатлонский государственный медицинский университет», посвящённая 30-летию XVI-ой сессии Верховного Совета Республики Таджикистан, 16 декабря, (Дангара, Таджикистан, 2022);

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 35 научных работ в отечественных и зарубежных изданиях, в том числе 12 статей в изданиях, включённых в перечень рецензируемых научных журналов ВАК Республики Таджикистан, 21 тезис докладов в материалах международных и республиканских конференций, получены 2 Малых патента Республики Таджикистан.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация изложена на 160 страницах, содержит 30 таблиц, 25 рисунков. Состоит из введения, трёх глав основной части, заключения, выводов и списка использованных источников (124 наименования).

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во *введении* диссертантом обосновывается актуальность исследования, поставлены цели и задачи, отражены степень изученности данной научной работы, цель исследования задачи работы, объекты исследования, предмет исследования, методы исследования отрасль исследования достоверность результатов научной навизны теоретическая ценность работы, практическая значимость работы. Перечислены основные положения работы выносимые на защиту.

В *главе 1* представлена обзор литературы посвященных урановых рудах и минералах, технологические основы переработки урановых руд и отходов, переработка ураносодержащих и тенологических вод, радоновый мониторинг на объектах уранового наследия, радиационно гигиенический мониторинг хвостохранилищ урана. Первая глава диссертации завершается постановкой задач исследования.

В *главе 2* приведены данные по технологические основы переработки ураносодержащих материалов и оценка радиационной опасности при переработке урансодержащих материалов.

В *главе 3* приведены результаты радонового мониторинга в различных регионах Таджикистана, их радиационная ситуация и радиологические карты. Описаны методологическое и аппаратное обеспечение измерений объёмной активности радона, динамика объёмной активности радона в воздухе жилых помещений, показатели объёмной активности радона в воздухе зданий образовательных учреждений, радоновый мониторинг на некоторых территориях Республики Таджикистан, а также исследованы содержания радона в атмосферном воздухе и в жилых помещениях города Душанбе. Кроме того, приведены результаты обследования общего радиационного фона бассейна реки Сырдарья в пределах территории Таджикистана.

## ГЛАВА 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ УРАНОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ И ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОПАСНОСТИ ПРИ ИХ ПЕРЕРАБОТКЕ

### 2.1 Особенности переработки ураносодержащих руд и отходов

В последние десятилетия в Республике Таджикистан значительно расширился поиск новых месторождений ураносодержащих руд, активизировав также исследования по извлечению из ураносодержащих руд урана. Ранее проводились исследования, в которых было изучено сернокислотное разложение ураносодержащих руд и ураносодержащих отходов уранового производства, разработанное на основе местных сырьевых материалов страны. Авторами изучаются ураносодержащие руды других месторождений, в частности месторождения "Танзим", физико-химические характеристики этого месторождения. В таблице 1 обобщены результаты изучения химического состава этого месторождения, который определялся различными независимыми методами химического анализа.

Таблица 1. - Химический состав ураносодержащей руды месторождения "Танзим"

Компонент	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Pb	U	As	Cr	V	Zn
%	13.7	69.4	8.13	0.08	0.53	0.10	0.11	0.07	0.01	0.05	0.027

Для ураносодержащего месторождения "Танзим" были определены минералогические составы его руд. Определения проводились методом РФА, использовался усовершенствованный дифрактометр "ДРОН-3" (фильтр никелевый, анод медный с характеристиками 20 мА и 35 кВ, обработка результатов цифровая). По результатам исследования показаны основные минералы ураносодержащей руды месторождения "Танзим", в состав которой входят урановая слюда, минералы кварца, альбита, мусковита, пирита, уранинита, что наглядно подтверждено рентгенограммой (рисунок 1.).

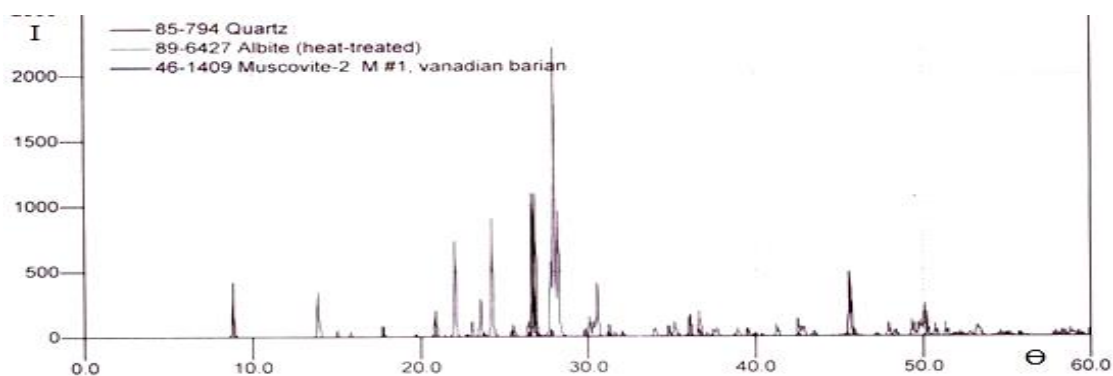


Рисунок 1. - РФА руды с содержанием урана из месторождения "Танзим".

Для определения радионуклидного состава ураносодержащей руды месторождения "Танзим" использовали гамма-спектрометрический метод анализа и анализ проводили многоканальным гамма-спектрометром (изготовленным в "Канберра" США) (с использованием полупроводникового детектора, цифровую



идентификацию спектров осуществили на программном обеспечении “Genie 2000”, результаты далее были обобщены в таблицы 2.

Таблица 2. - Радионуклидное содержание урановой руды из месторождения “Танзим”

Радионуклиды	Активность средневзвешенная, кБк /кг
40K	4.687399E-001
212Pb	4.273295E-002
214Bi	1.591636E+001
214Pb	1.369677E+001
226Ra	3.269666E+001
228Ac	5.077794E-002
235U	6.201537E-001
238U	2.109164E+000

Поскольку ураносодержащая руда из месторождения “Танзим” представляет собой руду силикатную, для её переработки был выбран наиболее оптимальный метод - это серноокислотный метод, при котором на первых стадиях разложения в качестве окислителя добавлялось некоторое количество азотной кислоты. При переработке указанным методом показано, что увеличение концентрации  $H_2SO_4$  сначала положительно влияет на извлечение из руды урана, увеличивая процент извлечения (до 88.2%), а затем извлечение заметно снижается вследствие водного дефицита процесса. Увеличение тем-ры также увеличивает процент извлечения из руды урана, найдена оптимальная тем-ра процесса извлечения – 80°C, при которой происходит максимальное извлечение из ураносодержащей руды урана. Соответственно, показано влияние на процентное извлечение урана из ураносодержащей руды времени переработки, показано, что оптимальным временем извлечения является 60 минутная переработка, которая даёт извлечение урана в максимальных количествах.

В рамках исследования для переработки ураносодержащей руды месторождения "Танзим" проведена разработка принципиальной блок-схемы, согласно которой конечным продуктом является оксид урана(VI) - диурана(V). Блок-схема включает такие основные стадии – дробление и выщелачивание, окисление и выщелачивание, фильтрация, сорбция урана в противотоке, десорбция, осаждение, фильтрация, прокаливание (рисунок 2.).

Также показано, что ураносодержащие отходы Гафуровского хвостохранилища и хвостохранилища г. Истиклол возможно вторично перерабатывать. Используя эти данные, мы определили среднее содержание урана в отходах, которое составило 0,016% (хвостохранилище г. Бустона).

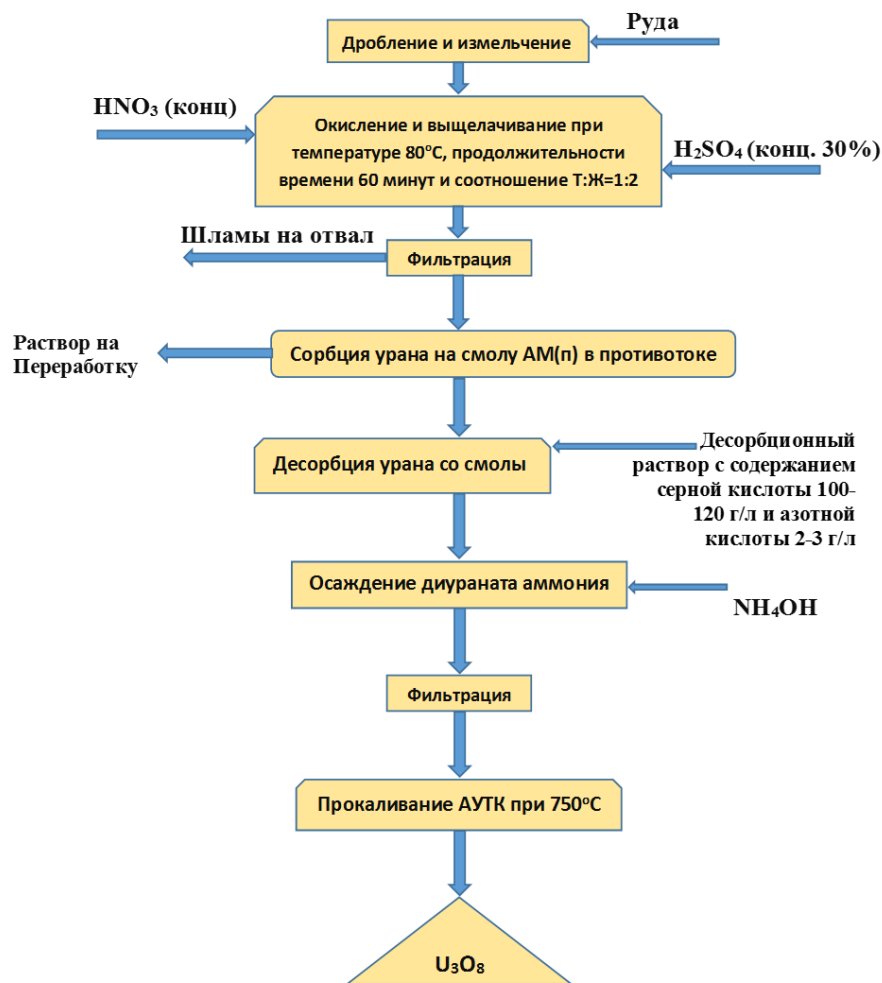


Рисунок 2. - Принципиальная блок-схема для извлечения урана при помощи  $H_2SO_4$  из ураносодержащей руды месторождения "Танзим".

Минералогический состав хвостов установили методом РФА (рисунок 3 и таблица 3.).

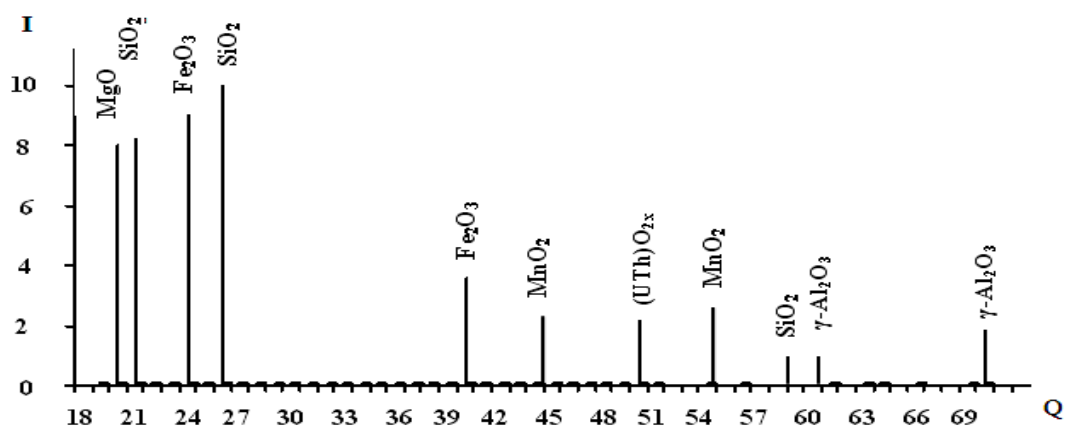


Рисунок 3. - Штрих-дифрактограммы проб, которые были отобраны на хвостохранилище города Бустон.

Таблица 3. - Химический состав ураносодержащих отходов их хвостохранилища города Бустон "Карта 1-9".

Наименование компонентов хвоста	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	U	Прочие
Содержание компонентов в хвосте, %	70.0	11.1	4.0	2.6	4.0	0.3	0.016	9.2

Хвостовые материалы из техногенного хвостохранилища города Бустон "Карта 1-9" на 70% состоят из кварца, поэтому рекомендовано перерабатывать их через кислотное разложение. Были проведены лабораторные исследования с целью определения оптимальных параметров кислотного разложения хвостовых ураносодержащих материалов и переходу урана в продуктивные растворы, результаты были обобщены в виде таблицы 4.

Таблица 4. - Расходы серной кислоты, необходимые для извлечения урана из хвостов хвостохранилища города Бустон "Карта 1-9"

		Расход H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , кг/т хвостов							
		60	90	100	110	120	130	180	350
Извлечение U в раствор, %	Соотношение Т:Ж=1:1	3	20	31	37	39	41	53	55
	Соотношение Т:Ж=1:2	4	25	37	42	43	48	60	61

Исходя из изложенного, целесообразным представляется использовать высокотемпературное выщелачивание для разложения ураносодержащих хвостов, однако с увеличением тем-ры выщелачивания до 80-90°C в процессе выщелачивания возможны большие потери тепла, и необходимо специальное оборудование для продолжения процесса – для аппаратов разложения с целью сохранения тепла требуется теплоизоляция. Поэтому для разложения хвостовых материалов использовали тем-ру 65-70°C, процесс разложения проводили 6 часов, а соотношение твёрдой к жидкой фазе составляло Ж : Т = 1 : 1 (рисунок 4.).

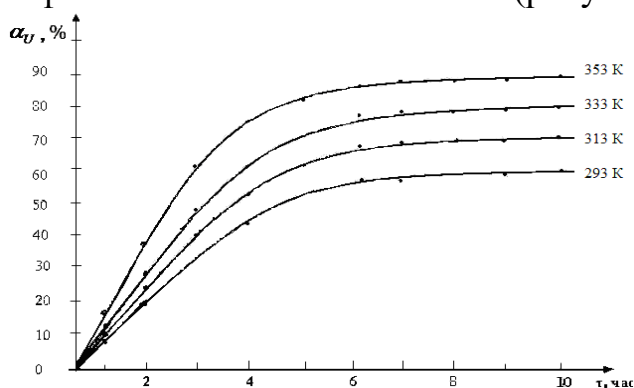


Рисунок 4. - Изменения извлечения урана от времени сернокислотного разложения хвостов хвостохранилища города Бустон "Карта 1-9".

Для изучения кинетики разложения хвостового материала были созданы изотермические условия, при которых пульпа выдерживалась в термостатированном реакторе 10 часов, кинетические параметры фиксировались в температурном диапазоне 293-313-333-353 К, оптимальный расход  $H_2SO_4$  поддерживался в 180 килограмм на одну тонну хвостового материала.

В рассмотренном температурном диапазоне извлечение урана увеличивалось от 60% (при 293 К) до 90% (при 353 К). Были получены кинетические кривые линии, характеризующие кислотное разложение хвостового материала, соответственно в температурном диапазоне 293-313-333-353 К. Из рисунка 4 также видно, что разложение до 4-х часов происходит линейно, а затем скорость процесса резко снижается, и линии переходят в горизонтальные. Кинетические кривые данного процесса были обработаны и на основе их обработки экспериментально рассчитана энергия активации данного процесса, численное значение которой было равно 6.0 кДж/моль, соответственно, эта величина показывает, что данный процесс протекает под диффузионным контролем (таблица 5). Таким образом, полученные результаты раскрыли механизм, по которому происходит процесс сернокислотного разложения хвостового материала из хвостохранилища города Бустон "Карта 1-9", а также позволили выбрать оптимальный режим, при котором извлечение урана достигается максимальным

Таблица 5. - Кинетические характеристики разложения серной кислотой хвостов хвостохранилища города Бустон "Карта 1-9" (расходы кислоты при разложении были взяты в количестве 180 кг/тонну)

Темп-ра разложения, Кельвин	293	313	333	353
Скорость разложения, %/час	1.00	1.23	1.54	1.96
Энергия активации, кДж/моль	6,0			

## 2.2 Радиационно-гигиенический мониторинг и пути обеспечения радиационной безопасности населения

С начала основания Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАНТ (АХБРЯБ НАНТ) (2003 г.) была намечена постановка совместных работ с ГУП "Таджредмет" и медицинскими учреждениями, связанных с проблемами радиационной безопасности. Одним из направлений деятельности АХБРЯБ НАНТ, наряду с регулированием, является обеспечение и научное обоснование мероприятий по радиационной безопасности и радиационной защите населения, которое проживает вблизи урановых хвостохранилищ. В этом направлении работы ведутся более 15 лет.

Нами разработана методология радиационно-гигиенического мониторинга (РГМ), используя опыт других стран.

Радиоактивность окружающей среды изучается множеством различных методов, нами были выбраны следующие методы – радиохимический, спектрометрический, радиометрический, натурный радиационно-гигиенический.

Состояние здоровья населения, которое проживает вблизи урановых хвостохранилищ, изучалось клиническими и статистическими методами. Анализ полу-

ченных результатов по изучению состояния окружающей среды и здоровья населения показал необходимость проведения соответствующих радиационно-гигиенических мероприятий, а также усовершенствования нормативно-правового обеспечения в области регулирования системы санитарного и эпидемиологического контроля.

Установлено, что население Согдийской области получает эффективные суммарные среднегодовые дозы облучения населения, равные от 3.2 до 4.2 мЗв в год, при этом население, которое проживает вблизи урановых хвостохранилищ, получает более высокие дозы облучения, составляющие от 9.5 до 11.5 мЗв в год, что происходит за счёт радиоактивных отходов, накопленных в хвостохранилищах.

На территории Согдийской области осуществляется мониторинг концентраций радона и мощностей эквивалентных доз (МЭД), при проведении мониторинга получены повышенные значения МЭД, которые находятся в диапазоне 0.35-0.40 мкЗв/час. Соответственно по результатам проведённого мониторинга сделано заключение об увеличении значений МЭД, которые характеризуют территории, близко расположенные к ураносодержащим хвостохранилищам и географически расположенные вблизи этих хвостохранилищ.

В отдельных участках территорий Согдийской области отмечены превышения по радиационному фону. Данная тенденция наблюдается на территориях расположения радиоактивных хвостохранилищ и отвалов, образованных бывшими уранодобывающими производствами, функционирующими в период Советского Союза, соответственно также на территориях, которые прилегают к ним. Нужно указать, что большинство хвостохранилищ, которые территориально расположены на территории северного Таджикистана – это хвостохранилище Дигмай, Фабрика бедных руд – это открытые хвостохранилища, без защитных покрытий, они по характеристикам хранящихся в них отходов являются низко активными, однако эти территории для населения, проживающего вблизи них и проводившего на их территории различную деятельность (например, огороды, выпас домашних животных) являются опасными и несут реальную угрозу природной окружающей среде.

В северном Таджикистане радиологический мониторинг осуществлялся радиометрическими съёмками всех местностей, было проведено более 1000 радиологических измерений. Использовалось такое переносное оборудование, как дозиметр марки "ДКС-АТ 1123" (для гамма- и рентгеновских измерений), дозиметр-радиометр марки "ДКС-96" (с широким спектром радиологических измерений), дозиметрический комплекс "PackEye" (ФНТ 1377), спектрометр марки "Inspector-1000", для измерения содержания в воде и воздухе газа радона использовали радиометр радона "РРА-01М-03" (с пробоотборником "ПОУ-04"). Соотношение щелочно-кислотного баланса (рН) в водной среде определяли с помощью рН-метра марки "Eijkelkamp-18.28".

На территориях, прилегающих к Адрасманскому хвостохранилищу, дозы облучения населения, получаемые через ингаляционное поступление продуктов распада радона, были равны 3.99 мЗв в год (рисунок 5.) Также из рисунка 5 можно

заклучить, что вблизи урановых хвостохранилищ значения годовой эффективной дозы облучения намного выше, чем в контрольном районе.



Рисунок 5. – Вклад различных источников в среднегодовые индивидуальные эффективные дозы облучения пос. Адрасман и Дж. Расуловского района (контрольный район) (1 – за счёт изотопов Rn, 2 – за счёт продуктов питания, 3 – внешнее облучение).

### 2.3 Радиозэкологический мониторинг минеральных руд Таджикистана

Таджикистан, как промышленно-аграрная республика, имеет потребность в переработке минеральных руд, поэтому вопрос их комплексной переработки имеет важное народнохозяйственное значение. Нами был проведён радиозэкологический мониторинг широким комплексом радиометрических измерений на различных объектах Республики Таджикистан – месторождениях нерудных полезных ископаемых (данбуриты, фосфориты, флюориты и др.), месторождениях рудного золота, цветных и редких металлов, в строительных материалах. В рудных месторождениях естественные радионуклиды (ЕРН) в основном находятся в виде примесных составляющих в основных полезных ископаемых, или же в виде самостоятельных наложенных минерализаций. Элементы уранового и ториевого рядов широко представлены во многих вмещающих породах, как акцессорные минералы, встречаются в россыпных золотоносных породах

В таблице 6. приведена удельная активность радионуклидов в пробах некоторых месторождений минеральных руд Таджикистана.

Содержание ЕРН измерялось гамма-спектрометрическим способом. Анализ полученных данных показал, что в пробах некоторых минеральных руд Таджикистана содержание ЕРН очень низкое. Рудные скопления элементов уранового и ториевого встречаются в разновозрастных геологических комплексах, начиная от архейских кристаллических пород до современных россыпей, но содержания урановых и ториевых соединений в этих породах незначительные. Поэтому дальнейшие работы в этих месторождениях осуществляются без каких либо ограничений по радиационному фактору.

Таблица 6. - Величины удельной активности радионуклидов в пробах некоторых минеральных руд Таджикистана

Наименование проб	Величины удельной активности, Бк/кг			
	<sup>40</sup> K	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th	<sup>238</sup> U
Руда сурьмы и ртути, Айни	106.83±4.56	15.03±7.47	-	12.44±1.43
Золотоносная, «Дуоба»	786.44±32.8	59.74±5.37	30.59±0.65	14.40±3.49
Золотоносная, «Тарор»	108.36±4.6	32.42±2.59	-	12.48±1.03
Руда нефелин-сиенитовая	1649.30±68.4	63.00±5.87	33.74±0.73	21.06±2.5
Руда флюоритовая	30.46±4.30	92.16±8.07	34.22±0.98	-
Данбурит	3.23±1.12	14.37±1.32	2.98±0.35	-

Наибольший интерес в свете вопросов, которым посвящена данная работа, представляют данные о степени радиоактивности различных фосфорсодержащих руд. Фосфорсодержащие минералы обладают радиоактивностью, уровень которой, как известно, различен даже в пределах одного и того же месторождения. Фосфориты известково-песчаного происхождения, залегающие пластами, обычно обогащены незначительными количествами урана. Поэтому их радиоактивность заметно выше фосфатов вулканического происхождения.

В Республике Таджикистан перспективными месторождениями являются два месторождения – Риват и Каратаг, их минералогический потенциал составляет в сумме около 30 млн. тонн. Более крупным и разведанным является месторождение фосфоритов Риват, расположенное на правом берегу реки Зеравшан.

В таблице 7. приведена удельная активность ЕРН в пробах исходной и концентрированной фосфорсодержащей руды месторождений Риват и Каратаг. Как видно из таблицы 7. содержание ЕРН в концентрированной руде увеличивается, это обусловлено тем, что при флотационно-химическом обогащении руды радионуклиды не взаимодействуют с реагентами и остаются в обогащённой руде. При флотации в хвосты переходит значительная часть радионуклида К-40.

Таблица 7. - Удельная активность радионуклидов в пробах фосфорсодержащей руды месторождений Риват и Каратаг

Наименование проб	Величины удельной активности, Бк/кг					
	K-40	Pb-210	Ra-226	Th-232	U-235	U-238
Риват (исходная проба)	20 1.23	66. 25	120 .88	29. 24	6. 84	77 .78
Риват (концентрат)	16 8.55	109 .83	221 .24	55. 06	1 6.77	16 0.81
Каратаг (исходная проба)	26 2.82	244 .97	435 .34	18. 90	2 5.20	31 9.55
Каратаг (концентрат)	80 .82	566 .97	100 4,02	11. 36	5 6.05	77 6.12

Нами были обследованы территории Риватского и Каратагского месторождений фосфоритов и произведён мониторинг их радиационного фона. Радиологические обследования этих месторождений осуществлялись пешим способом в шахматном порядке. Для мониторинга использовалось следующее оборудование: "INSPECTOR-1000", "АТ-6102", "МКС-АТ1117М". Использование сразу нескольких измерительных приборов было продиктовано тем, что в различные средства измерений различаются соответственно порогами измерений, погрешностями измерения и другими показателями при измерении радиационного фона, поэтому на основе значений, которые были получены различной измерительной аппаратурой, были определены точные значения радиационного фона для этих территорий.

Для Риватского месторождения среднеарифметическая мощность экспозиционной дозы (МЭД) пунктов составляет: для северной части 0.252 мкЗв/ч, для южной части – 0.185 мкЗв/ч. Эти измерения указывают, что значения МЭД обследованных территорий находятся в пределах санитарно-допустимых норм. Некоторые превышения МЭД наблюдаются на поверхности месторождения и на локальных территориях.

Для Каратагского месторождения среднеарифметическая МЭД составляет: для северной части – 0.152 мкЗв/ч, для южной части – 0.142 мкЗв/ч, на поверхности месторождения – 0.186 мкЗв/ч.

#### **2.4 Радионуклиды в строительных материалах Таджикистана**

В основном строительные материалы – это природные компоненты, присутствующие в различных экосистемах, обладающие при этом своими индивидуальными радиационными свойствами. Например, во всех минеральных строительных материалах находятся различные содержания различных радиоактивных химических элементов, оказывающих при этом влияние на радиоактивность строительных материалов. Более радиоактивными являются строительные материалы, изготовленные из натуральных камней или строительные материалы из минеральных вяжущих материалов. Несомненно, следует иметь в виду, что один и тот же материал может иметь различные показатели радиоактивности в зависимости от места нахождения месторождения, вследствие чего может наблюдаться некоторый разброс данных по сравнению со средними фоновыми значениями.

Строительные материалы имеют естественную радиоактивность за счёт содержания в них широкого спектра природных радионуклидов -  $^{226}\text{Ra}$  (его продукты распада -  $^{222}\text{Rn}$  и  $^{220}\text{Tn}$ ),  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ .

Отбор и подготовка проб осуществлялись в соответствии с ГОСТ 30108-94 "Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности природных радионуклидов". Объёмы образцов отбирали по условиям помещения их в сосуд Маринелли, объём которого равен 1000 см<sup>3</sup>. Массу образцов определяли взвешиванием на электронных весах с точностью  $\pm 5.0$  г. Далее образцы герметично закупоривали для достижения равновесия  $^{226}\text{Ra}$  с дочерними продуктами распада и оставляли в течение 30 суток для достижения этого баланса.

Исследования образцов минерального сырья и готовой продукции на его основе проводились в соответствии с нормативными документами - ГОСТ 30108-94



и "Нормы радиационной защиты (НРБ-06)". Согласно этому ГОСТу, ЕРН - это основные радиоактивные нуклиды природного происхождения, содержащиеся в строительных материалах: радий ( $^{226}\text{Ra}$ ), торий ( $^{232}\text{Th}$ ), калий ( $^{40}\text{K}$ ).

Стандарт предписывает методы измерения удельных эффективных активностей по каждому радионуклиду и на основании этих полученных данных все стройматериалы по их радиоактивности подразделяют на классы радиоактивности.

В работе исследовались некоторые виды строительных материалов, результаты анализа приведены в таблице 8.

Анализ данных таблицы 8 указывает на то, что удельная активность строительных материалов колеблется в диапазонах от 1 до 320 Бк/кг.

Таблица 8. - Величины средних удельных активностей ЕРН в строительных материалах Таджикистана

№	Наименование материала	Удельная активность, Бк/кг			A <sub>эфф</sub> , Бк/кг	±Д, Бк/кг
		К-40	Ra-226	Th-232		
1.	Клей плиточный «Oelfin», Душанбе, Таджикистан	514.74 ±21.46	65.46± 5.94	35.02± 0.74	154.09	6,28
2.	Клей плиточный, Душанбе, Таджикистан	544.45 ±22.69	56.96± 5.21	30.50± 0.65	143,19	5,61
3.	Клей плиточный «Laman», Душанбе, Таджикистан	591.03 ±24.96	89.08± 8.36	41.25± 1.04	193,36	8,72
4.	Клей плиточный «Pufas», Душанбе, Таджикистан	595.2± 25.26	77.15± 7.54	38.54± 1.05	178,23	7,95
5.	Шпаклёвка «NG», Душанбе, Таджикистан	10.41± 1.31	-	-	0,885	0,11
6.	Шпаклёвка «Кристалл», Душанбе, Таджикистан	12.54± 1.64	-	-	1,066	0,13
7.	Шпаклёвка «Арсенал», Душанбе, Таджикистан	16.57± 1.50	-	-	1,408	0,12
8.	Природный гранит белый, Таджикистан	701.98 ±29.14	117.20 ±33.02	108.53 ±1.87	319,04	33,20
9.	Природный гранит красный, Таджикистан	587.57 ±24.41	170.17 ±14.92	77.11± 1.36	321,13	15,16
10.	Гранит облицовочный, Таджикистан	54.23± 2.44	-	2.30± 0.12	7,62	0,26
11.	Кварцевый песок	-	6.25± 3.33	1.13± 0,074	7,73	3,33
12.	Красная глина Ширкент, Таджикистан	373.30 ±21.51	“	36.53± 2.77	79,58	4,04
13.	Песок строительный, Душанбе,	839.80 ±34.95	80.44± 7.33	47.04± 1.02	213,45	8,00
14.	Щебень строительный, Душанбе, Таджикистан	739.22 ±31.62	100.47 ±10.06	50.17± 1.38	229,03	10,56

15.	Керамический кирпич, Душанбе, Таджикистан	580.13 ±24.30	5.54± 0,49	42.75± 0.89	110,85	2,39
16.	Керамический кирпич, Турсунзаде, Таджикистан	347.10 ±15.54	54.22± 9.8	25.29± 1.68	116,85	10,12
17.	Портландцемент М400, Таджикистан	155.21 ±6.58	43.70± 10.23	15.45± 0.34	77,13	10,25
18.	Цемент «Хуаксин-Яван» М500, Яван, Таджикистан	138.81 ±10.26	94.71± 8.52	-	106,51	8,56
19.	Известь, Кизилкала, Та- джикистан	25.72± 1.86	29.25± 14,40	-	31,44	14,40
20.	Гипс	118,14 ±11.27	24.31± 9.54	4,24± 0.27	39,90	9,59
21.	Цемент «Укоб» М400, Согдийская область	127.84 ±5.51	49.20± 12.54	19.98± 0.48	86,24	12,56
22.	Камень природный об- лицовочный	520.78 ±21.90	68.99± 23.45	38.09± 0.85	163,15	23,55
23.	Плитка керамическая глазурованная	337.70 ±14.21	107.89 ±24.40	90.34± 1.61	254,94	24,52

Так, строительные материалы на основе гранитов, вулканических пород имеют более высокие удельные активности по сравнению со строительными материалами на основе карбонатных пород (гипс, известь и др.).

### **ГЛАВА 3. РАДОНОВЫЙ МОНИТОРИНГ НА РАЗЛИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ТАДЖИКИСТАНА, ИХ РАДИАЦИОННАЯ СИТУАЦИЯ И РАДИОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ**

Приведены данные про радоновый мониторинг на различных территориях Таджикистана, их радиационная ситуация и радиологические карты.

#### **3.1. Динамика объёмной активности радона в воздухе жилых помещений г. Бустон.**

Данный раздел диссертационного исследования охватывает изучение и анализ в жилых помещениях г. Бустон Согдийской области Таджикистана таких параметров, как относительная влажность воздуха, давление, тем-ра, количество альфа-частиц и их влияние на динамику изменения объёмной активности (ОА) радона в этих помещениях города.

После анализа и обобщения полученных результатов сделано заключение, что величина ОА радона и количество альфа-частиц находятся в прямолинейной зависимости. При этом величины относительной влажности воздуха и тем-ры воздуха обратно пропорциональны друг другу. А снижение тем-ры воздуха в помещении также снижает давление воздуха в данном помещении, то есть между тем-рой воздуха и его давлением в помещении находятся в прямолинейной зависимости.

Соответственно, факторы, определяющие ОА радона, также сравнивались во времени в зависимости от количества альфа-частиц, давления воздуха, относительной влажности воздуха, тем-ры и в виде графика обобщены (рисунок 6.).

На рисунке 6. показано, что колебания относительной влажности воздуха влияют на изменение величин АО радона. Прямая ОА радона до 22 часов означает, что радоновый радиометр имеет порог чувствительности 20 Бк/м<sup>3</sup>. Первое достижение ОА радона до 20 Бк/м<sup>3</sup> наблюдается после снижения температуры и повышения атмосферного давления. При относительной влажности воздуха более 45% первые заметные повышения содержания радона в ОА наблюдаются после 22:00. Относительная влажность выше 45% и достигает максимума в 47%. После 22:00 до 7:00 следующего дня среднее значение радона в ОА остаётся выше 26 Бк/м<sup>3</sup>.

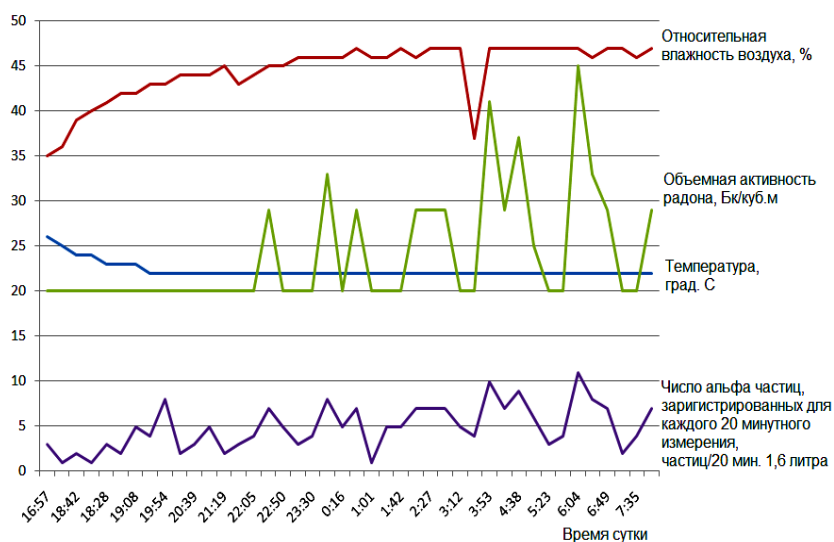


Рисунок 6. - Временная зависимость числа альфа-частиц, тем-ры, ОА радона и относительной влажности воздуха.

### 3.2. Показатели объёмной активности радона в воздухе зданий образовательных учреждений г. Истиклол

Проведён мониторинг радона в воздухе зданий дошкольных и школьных образовательных учреждений города Истиклол, Таджикистан.

На начальном этапе этих работ, как правило, измерениями охватывалось небольшое число жилых и общественных зданий. По мере накопления данных, развития аппаратной базы, совершенствования методического обеспечения исследования становились более обширными и исследовались все здания дошкольных и школьных образовательных учреждений, находящихся в г. Истиклол. В качестве средства измерения использовался радиометр радона РРА-01М-03.

В ходе комплексного радиационного обследования зданий г. Истиклол было выявлено, что среднее значение объёмной активности (ОА) радона и МЭД в воздухе помещений в зданиях достигает 93 Бк/м<sup>3</sup> и 0,15 мкЗв/час, соответственно. Данные параметры не превышают установленных в "Нормах радиационной безопасности" ("НРБ-06 СП 2.6.1.001-06") нормативов в 200 Бк/м<sup>3</sup> (для ранее построенных зданий).

Значения эквивалентной равновесной объёмной активности (ЭРОА) радона в воздухе помещений являются важной характеристикой радоноопасности территорий, учитываемой при проектировании и эксплуатации зданий различного назначения. Это связано, прежде всего, с тем, что ЭРОА является комплексной характеристикой, учитывающей объёмные активности дочерних продуктов распада, таких как  $^{218}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Pb}$  и  $^{214}\text{Bi}$ , причём два последних являются гамма-излучателями. Поступление радона в воздух помещений регламентируется наличием  $^{226}\text{Ra}$  в подстилающей поверхности в строительных материалах, слагающих структуру того или иного здания. Результаты замеров обобщены в таблице 9.

Представленные в таблице 9. данные свидетельствуют о том, что проблема защиты будущего поколения от вредного воздействия ионизирующего излучения требует комплексного исследования и оценки. Известно, что на детский организм воздействия радона оказывают значительно большее влияния, чем на взрослый организм, потому что доза облучения в бронхах от вдыхании продуктов распада сильно зависит от возраста, понижаясь с возрастом, а максимальная доза приходится на возраст около 6 лет.

Таблица 9.– Показатели объёмной активности радона в воздухе жилых помещений и в помещениях дошкольных и школьных образовательных учреждений г. Истиклол

№ п/п	Учреждение, адрес	Материалы зданий и год постройки	МЭД, мкЗв/час	ОА радона, Бк/м <sup>3</sup>	ЭРОА радона, Бк/м <sup>3</sup>
1	Средняя школа №1	бетон, 1951	0,16	43	17,2
2	Средняя школа №2	бетон	0,14	37	14,8
3	Средняя школа №3	кирпич,	0,14	25	10,0
4	Средняя школа №4	кирпич, 1950	0,15	144	58
5	Средняя школа №5	камень, 1948	0,15	150	60
6	Средняя школа №6	кирпич,	0,15	52	20,8
7	Здание детского сада №3	кирпич, 1990	0,19	37	14,8
8	Гособручреждение проф.тех.училища	камень, 1946	0,13	259	103,6

В профилактических целях рекомендуется в дошкольных и школьных учреждениях обязательно периодически проветривать помещения.

### 3.3. Радиологический мониторинг хвостохранилища посёлка Адрасман Республики Таджикистан

Интенсивность естественного гамма-излучения в районе расположения хвостохранилища №2 закономерно убывает от 0,25-0,40 мкЗв/час для гранит-порфиров и других типов пород, до 0.24-0.28 мкЗв/час для андезитовых и андезитдацитовых порфиров. Среднее фоновое значение МЭД гамма-излучения, определённое по 80 замерам, составляет для района хвостохранилища  $0,38 \pm 0,02$

мкЗв/час. Максимальное фоновое значение составляет 0,42 мкЗв/час. Предельное значение дозы гамма-излучения, по которому определяется ореол радиоактивного загрязнения, составляет 0,62 мкЗв/час.

МЭД гамма-излучения и её пространственное распределение на прилегающей территории показано на карте (рисунок 7.).

Гидрохимическая сеть хвостохранилища №2 представлена родниками и ручьями, входящими в область водосбора горной речки Кармазар-сай. На территории хвостохранилища отсутствуют наблюдательные скважины, а воздействие хвостохранилища на качество поверхностных и подземных вод оценивается по результатам отбора проб из ручьев и родников и ручьёв, находящихся ниже по рельефу и расположенных рядом с хвостохранилищами.

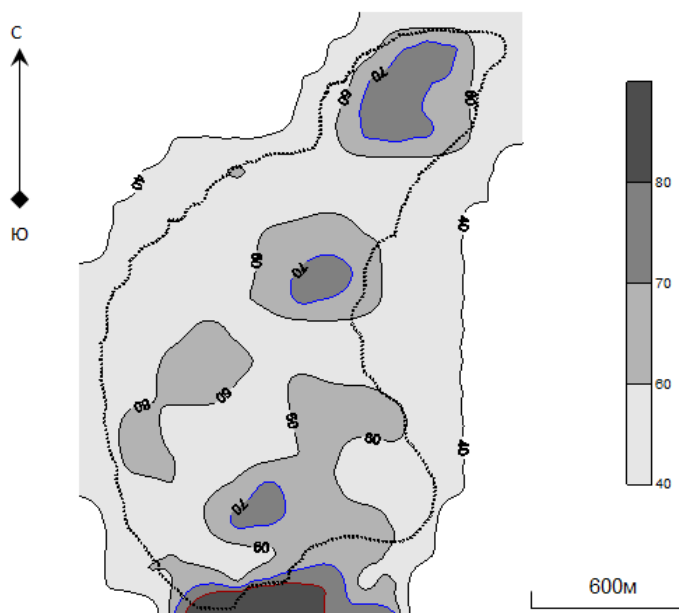


Рисунок 7. - Карта гамма-поля хвостохранилища №2 посёлка Адрасман.

### 3.4. Радоновый мониторинг на территории Дж. Расуловского района Республики Таджикистан

На территории Джаббор Расуловского района Таджикистана проведён мониторинг загрязнения питьевой воды и воздуха жилых помещений по параметру – величине объёмной активности радона.

По данным МКРЗ - Международной комиссии по радиационной защите, в помещениях люди проводят более 80% времени, а величины объёмных активностей (ОА) радона в воздухе вне помещений невысоки и составляют диапазон 10-40 Бк/м<sup>3</sup>, исходя из чего нужно указать, что основное облучение от радона люди получают в помещениях, а не на улице.

Замеры объёмных активностей (ОА) радона были сделаны радиометром радона марки "РРА-01М-03", замеры проводились в летний период в помещениях различных типов.

В рисунок- гистограмме 8 приводится гистограмма измерений объёмных активностей (ОА) радона в воздухе помещения (комната 1) – это зал, из которого

дверь открывается непосредственно на улицу, помещение расположено на первом этаже (рисунке-гистограмме 8).

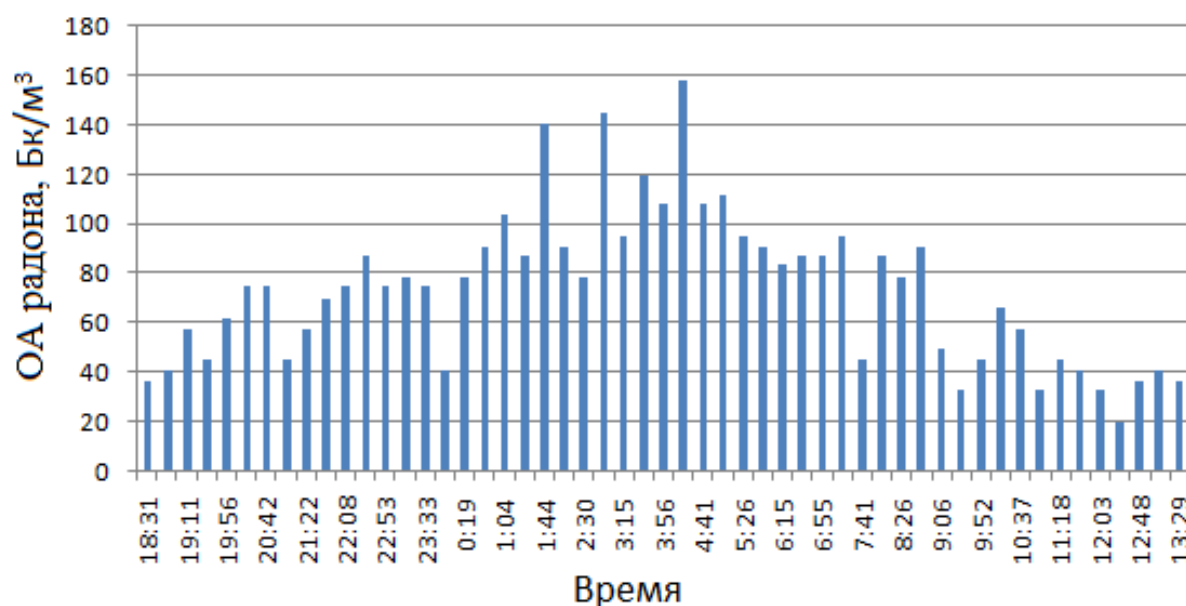


Рисунок-гистограмма 8. – Суточное изменение величин ОА радона в помещении (комната 1).

Соответственно, результаты определения величин ОА радона в питьевых водах и воздухе жилых помещений на территории Джаббор Расуловского района Таджикистана обобщены графически на рисунке (рисунок 9.).

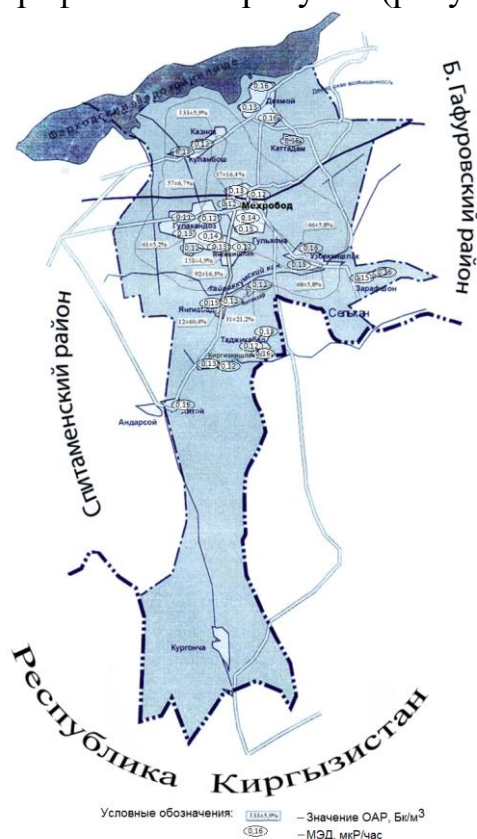


Рисунок 9. - ОА радона в воздухе и мощности эквивалентных доз (МЭД) на территории Дж. Расуловского района Таджикистана.

Таким образом, можно заключить, что величины ОА радона в воздухе обследованных помещений составляют 20-158 Бк/м<sup>3</sup>, то есть находятся ниже предельного значения, установленного для эксплуатируемых зданий (200 Бк/м<sup>3</sup>). Если поверхность под зданием покрыта бетоном толщиной 10 см, пути проникновения радона из земли в помещение перекрываются, что снижает концентрацию радона в воздухе этих зданий и помещений вдвое. В летний период ни в одной из обследованных точек измерений не наблюдалось превышения существующих нормативных значений эквивалентных равновесных объёмных активностей, установленных в 200 Бк/м<sup>3</sup>.

В целом, можно сделать заключение, что показатели радонового потенциала на территории района являются стабильными и не оказывают негативных влияний на здоровье людей, проживающих в регионе, что важно учитывать в дальнейшем экономическом и социальном развитии этого района.

### 3.5. Исследования содержания радона в атмосферном воздухе и в жилых помещениях города Душанбе.

На территории города Душанбе обследовано 12 точек, методом экспонирования 18 детекторов, размещённых в общественных и жилых зданиях. Продолжительность экспозиции составила 3,5 месяца (в летнее время). После экспозиции детекторы были отправлены в лабораторию завода-производителя, где был проведён подсчёт накопленных треков и определены содержания радона. При измерениях и расчётах учитывались следующие параметры: почвы под зданиями, строительные материалы, частота вентилирования, типы помещений, размеры помещений, радиационный фон и другие параметры.

В таблицах 10. и 11. обобщены результаты определения объёмных активностей радона (ОАР) в различных точках города Душанбе.

Таблица 10. - Содержание (значения объёмной активности) радона в воздухе помещений города Душанбе

N трека	Место установления детектора		Радиационный фон, мкЗв/ч	Дата установки детекторов	Дата сборки детекторов	Время экспозиции, час	Средняя концентрация (объёмной активности) радона в воздухе помещений, Бк/м <sup>3</sup>
	Широта	долгота					
RN01	38.559124°	68.763947°	0,14	28.04.2016	15.08.2016	2616	74
RN02	38.557673°	68.857089°	0,16	28.04.2016	15.08.2016	2616	250
RN03	38.557673°	68.857089°	0,15	28.04.2016	15.08.2016	2616	270
RN04	38.579955°	68.737733°	0,14	28.04.2016	15.08.2016	2616	36

RN05	38.587521°	68.735428°	0,15	28.04.2016	15.08.2016	2616	44
RN06	38.508283°	68.731283°	0,15	28.04.2016	15.08.2016	2616	38
RN07	38.604710°	68.790630°	0,16	28.04.2016	15.08.2016	2616	110
RN08	38.597096°	68.782022°	0,15	28.04.2016	15.08.2016	2616	38
RN09	38.569592°	68.796984°	0,14	28.04.2016	15.08.2016	2616	41
RN10	38.552729°	68.748758°	0,12	28.04.2016	15.08.2016	2616	110
RN11	38.559330°	68.844913°	0,16	28.04.2016	15.08.2016	2616	110
RN12	38.563601°	68.800160°	0,14	28.04.16	15.08.16	2616	61

По результаты измерений можно сделать заключение, что в исследованных помещениях не наблюдалось превышения действующего норматива ЭРОА (200 Бк/м<sup>3</sup>) для построенных ранее зданий, и содержания радона в них варьировали в пределах 36-270 Бк/м<sup>3</sup>, за исключением RNO<sub>2</sub> и RNO<sub>3</sub>, которые были определены в не вентилируемых подвалах. То есть причина повышения содержания радона – отсутствие вентиляции в помещениях.

Исходя из значений таблицы 11, можно заключить, что среднее содержание радона в атмосферном воздухе Душанбе невысокое и равно 40-50 Бк/м<sup>3</sup>.

Таблица 11. - Содержание (значения объёмной активности) радона в атмосферном воздухе города Душанбе

Номер трека	Точка установки детектора		Радиационный фон, мкЗв/ч	Дата установки детекторов	Дата сбора детекторов	Время экспозиции, час	Средняя концентрация (объёмной активности) радона в воздухе, Бк/м <sup>3</sup>
	Широта	долгота					
RNO-01	38.559526°	68.764849°	150	28.04.2016	15.08.2016	2616	15
RNO-02	38.557463°	68.856932°	160	28.04.2016	15.08.2016	2616	27
RNO-03	38.604483°	68.790652°	150	28.04.2016	15.08.2016	2616	74
RNO-04	38.506446°	68.731859°	160	28.04.2016	15.08.2016	2616	50
RNO-05	38.596948°	68.782125°	150	28.04.2016	15.08.2016	2616	42
RNO-06	38.558897°	68.844904°	150	28.04.2016	15.08.2016	2616	58



### 3.6. Общий радиационный фон бассейна реки Сырдарья в пределах республики Таджикистан

В связи с широким охватом территории исследования работа проводилась в несколько этапов в период 2019-2022 годов. Измерения радиационного фона были проведены на территориях населённых пунктов, расположенных от левобережья реки Сырдарья до северных склонов Туркестанских гор, от Исфаринского района до Бекабадской плотины. Кроме того, проведён радиологический мониторинг воздуха в населённых пунктах правобережья реки Сырдарья от восточной части Аштского района до западной окраины Матчинского района, включая Кураминские горы. Результаты измерений общего радиационного фона данных территорий обобщены в виде рисунка 10.

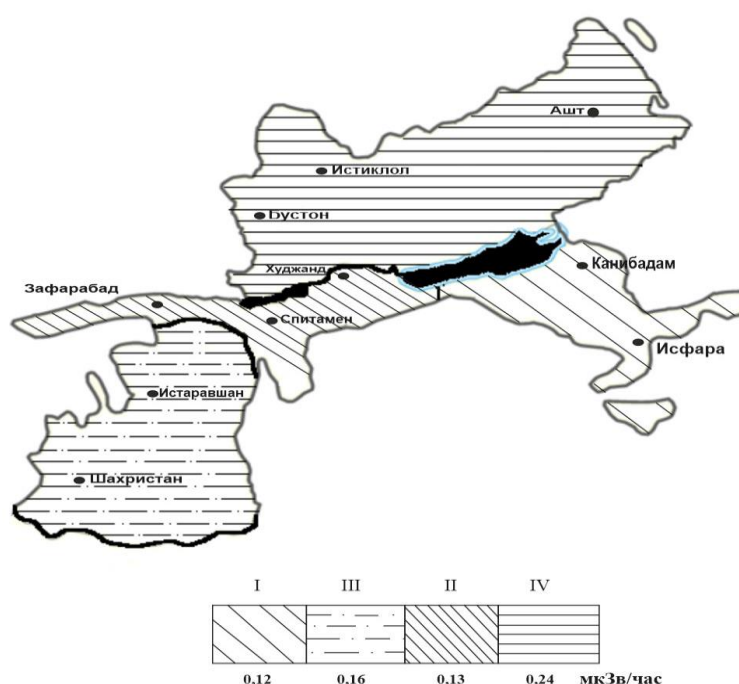


Рисунок 10. - Общая радиологическая карта северного Таджикистана.

По результатам наших измерений, за исключением некоторых локальных мест, общий радиационный фон в бассейне реки Сырдарья в населённых пунктах северного Таджикистана находится в пределах допустимых санитарных норм и не представляет опасности для населения, проживающего на указанных территориях. Среднеарифметический радиационный фон для соответствующих зон составляет:

I – 0,12 мкЗв/час; II – 0,16 мкЗв/час; III – 0,13 мкЗв/час; IV – 0,24 мкЗв/час.

Соответственно, как показано в рисунке 10 величины общего радиационного фона на территории левого берега реки Сырдарья – это районы Исфаринский, Канибадамский, Шахристанский, Деваштичский, Б. Гафуровский, Истаравшанский, Зафарабадский, Спитаменский, Дж. Расуловский, и на территории городов Гулистон и Бустон находятся в пределах, составляя 0,09-0,21 мкЗв/час, мини-

мальные величины радиационного фона (0.08-0.12 мкЗв/час) отмечены на территории Канибадамского района, в кишлаках Лохути, Махрам, Кучкак и Маданият, а максимальный радиационный фон (0.21 мкЗв/ч) отмечен на территории Шахристанского (кишлаки Кимкул и Жар-Курган) и Деваштичского (кишлаки Метк, Дахкат и Калининабад) районов. На территориях правобережной части реки Сырдарья радиационный фон находится в пределах от 0,13 мкЗв/час (Аштский район, кишлак Камиш-Курган) до 0,51 мкЗв/час (посёлок Адрасман, водосток комбината).

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Рассмотренные ураносодержащие отходы слабоактивны в плане радиоактивности и могут быть переработаны с получением оксида урана (VI) - диурана (V) ( $U_3O_8$ ).

При переработке ураносодержащих отходов стадии дробления, измельчения, сгущения и др. сокращаются. Выход урана составляет более 90%. Для максимального извлечения урана из отходов уранодобывающих производств определены оптимальные параметры.

Изучены характеристики технических и шахтных вод отходов уранодобывающих производств. Характеристики технических и шахтных вод месторождения Киик-Тал и хвостохранилища города Табошар показали, что из них целесообразно выделять оксид урана (VI) - диурана (V) ( $U_3O_8$ ).

Изучены причины недоизвлечения полезных компонентов на отвалах ГП "Таджикредмет" при классическом методе извлечения урана выщелачиванием.

Исследованы кинетические параметры сернокислотного разложения ураносодержащего материала из хвостохранилища "Карта 1-9" (г. Бустон). Раскрыт механизм сернокислотного разложения выщелачивания ураносодержащего материала и выбраны оптимальные режимы для извлечения урана в виде оксида урана (VI) - диурана (V) ( $U_3O_8$ ).

Разработаны принципиальные блок-схемы для переработки ураносодержащих отходов, хранящихся в хвостохранилищах, а также схема выделения урана из технических и шахтных вод отходов бывших урановых производств, включающая стадии: подкисление серной кислотой, сорбцию урана на анионит, десорбцию, осаждение аммиачной водой, фильтрацию, получение  $U_3O_8$ , приведённая на рисунке 11.

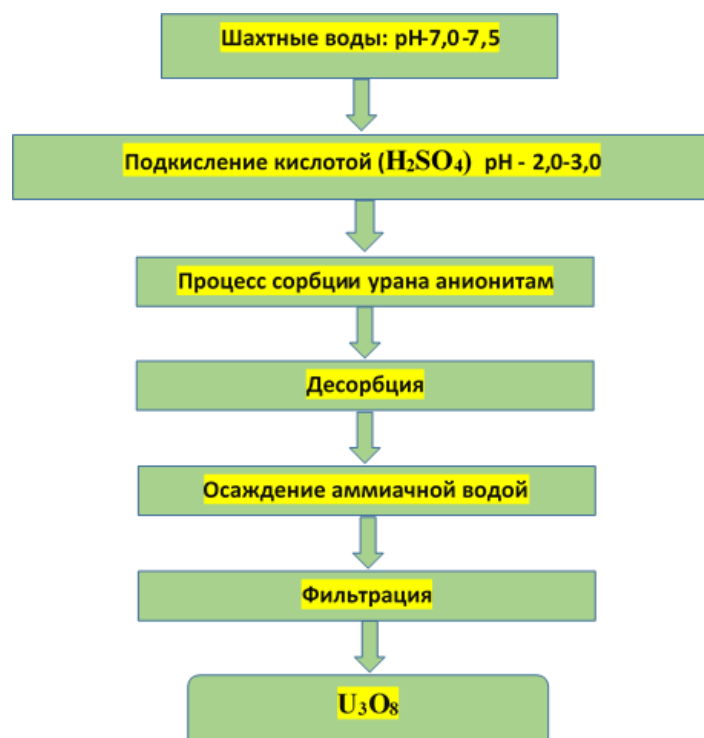


Рисунок 11. - Принципиальная блок-схема выделения  $U_3O_8$  из шахтных вод (на сорбент анионит АМ(п)).

В целом, в настоящей работе рассмотрена переработка урановых руд и отходов, мониторинг радоноопасности территорий Таджикистана, поэтому работа представлена по 2 специальностям – «Технология неорганических веществ» и «Экология» (технические науки).

В работе подробно описаны переработка урановых руд и отходов Таджикистана, переработка урансодержащих технических и дренажных вод, проведение радонового мониторинга на бывших объектах урановых производств – урановом наследии. Дана краткая характеристика радона и его действия на организм человека, а также приводятся результаты радиационно-гигиенического мониторинга, проводимого на объектах уранового наследия.

Особый интерес представляет изучение качества воды рек Таджикистана. Намечается изучение качества воды рек Вахш, Варзоб, Зеравшан и Сырдарья. Предварительные наблюдения показывают, что в осенний период в водах рек повышаются содержания кальция и магния, Содержания растворённого кислорода, азота, хлора и некоторых других элементов остаются практически неизменными с незначительными колебаниями.

Будут разработаны методы удаления радионуклидов из дренажных и шахтных вод различными сорбентами. Проводятся предварительные опыты по использованию в качестве сорбента микрогеля на основе лузги подсолнечника, показавшего хорошие предварительные результаты при очистке ураносодержащих вод.

Особый интерес представляет радоновый мониторинг ближайших районов вокруг хвостохранилищ. Намечается составление радоновых карт территорий вокруг хвостохранилищ. Разработаны методы химического анализа для характеристик химико-минералогических составов ураносодержащих руд и отходов, изуче-

ние их воздействия на окружающую среду, и измерения радона в различных объектах.

В данной работе приводится оценка воздействия радионуклидов при переработке урановых руд и отходов. Разработан метод мониторинга территорий с повышенными содержаниями радионуклидов.

Разработаны рекомендации по снижению уровней радона внутри жилых помещений нескольких районов страны.

Работа выполнена в основном на базе Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН Таджикистана в соответствии с государственным проектом «Физико-химический основы выделения урановых концентратов из руд и отходов» ГРН 0120TJ 01030, и «Радиоэкологические исследования на объектах, содержащих радионуклиды» ГРН 0120 TJ 01031 и Региональным проектом технического сотрудничества МАГАТЭ RER 9153 – «Усиление регионального потенциала по контролю над долгосрочными рисками для населения за счёт радона в жилищах и на рабочих местах (2018-2020 гг.)».

Экспериментальная работа проводилась параллельными опытами и химическими анализами нескольких образцов, а также проведением измерений радона в помещениях с применением новейших экспериментальных приборов: "РРА-01М", детектора "Radtrak", дозиметров "ДКС-АТ1123", "ДКС-91" ,ТЛД - "Harshav- 4500" , дериватографа - "Labsys Evo-1600" , пламенного фотометра "М-420" и других.

Таким образом, разработаны технологические основы переработки ураносодержащих материалов и отходов, и дана оценка радиационной опасности при переработке ураносодержащих материалов и радоноопасности некоторых территорий Таджикистана, изучена миграция радионуклидов в окружающей среде.

Значение работы заключается в использовании результатов для проведения опытных работ и получения образцов  $U_3O_8$  с последующим созданием установки для получения  $U_3O_8$ .

Данные, полученные в настоящей работе, использованы для определения санитарной зоны при переработке ураносодержащих отходов хвостохранилищ.

## ВЫВОДЫ

1. Основные результаты исследования:
  - 1) Дана оценка и анализ литературных источников состояния переработки урановых руд и отходов, радиационной безопасности и радоновому мониторингу на объектах уранового наследия [1-А, 6-А, 8-А, 13-А, 18-А, 20-А, 22-А, 24-А, 34-А].
  - 2) Изучены особенности переработки ураносодержащих руд и ураносодержащих отходов урановых производств. Дана термодинамическая оценка переработки отходов "Карта 1-9" г. Бустон [15-А, 21-А, 23-А, 28-А].
  - 3) Изучены кинетические параметры кривые извлечения урана из ураносодержащих отходов уранового производства "Карта 1-9" г. Бустон в области температур 293-353 К. Вычислена энергия активации процесса и определены изменения скоростей реакций от тем-ры и продолжительности процесса. Численное значение  $E_{ак.} = 6.0$  кДж/моль, что указывает на протекание процесса под диффузионным контролем [7-А, 11-А, 16-А, 17-А].
  - 4) Изучены химико-минералогические составы ураносодержащей руды месторождения "Танзим" следующими методами: рентгенофазовым, дифференциально-термическим, альфа- и гамма-спектрометрическим, рентгеноспектрально-флуоресцентным, и найдены оптимальные параметры переработки ураносодержащей руды этого месторождения [10-А, 25-А].
  - 5) Вычислены величины термодинамических характеристик и проведён расчёт материального баланса для сернокислотного разложения ураносодержащей руды месторождения "Танзим" [2-А, 10-А].
  - 6) Показан вклад различных источников излучения в величины индивидуальных эффективных годовых доз облучения населения пос. Адрасман и контрольного района – Дж. Расуловского района. Показано, что за счёт изотопов радона, продуктов питания и внешнего облучения величины эффективных годовых доз облучения населения пос. Адрасман намного выше, чем в контрольном – Дж. Расуловском районе [12-А].
  - 7) Проведён радиоэкологический мониторинг минеральных руд Таджикистана. Показано, что по радиоэкологическим показателям практически все минеральные руд страны находятся в пределах санитарной нормы. Мощность экспозиционной дозы (МЭД) находится в пределах 0.14-10.25 мкЗв/час [19- А, 32-А].
  - 8) Проведён радионуклидный мониторинг строительных материалов страны. Для строительных материалов характерен большой диапазон активности естественных радионуклидов (ЕРН). Показано исключение или сокращение доли высокоактивного сырья в строительных материалах и изделиях [9- А, 33-А].
  - 9) Проведён радоновый мониторинг в различных регионах страны с составлением радиолого-гигиенических карт. Установлены средние значения радона в исследованных районах, которые находятся в пределах санитарной нормы и составляют от 40.0 до 120.0 Бк/м<sup>2</sup> [1-А, 3-А, 4- А, 5- А, 14- А, 22- А, 27- А, 29- А, 30-А, 31-А].
2. Рекомендации по практическому использованию результатов

- разработанная технология переработки ураносодержащих руд и отходов рекомендована к использованию для получения урановых концентратов и будет передана ГУ "Таджредмет";

- результаты работы по радоновому мониторингу будут переданы образовательным учреждениям соответствующих районов страны;

- результаты радиоэкологических измерений рекомендованы для хукуматов соответствующих районов страны при соответствующих работах;

- результаты содержания радионуклидов в минеральных рудах и строительных материалах будут переданы в Главное управление геологии при Правительстве Республики Таджикистан и Комитет по строительству и архитектуре при Правительстве Республики Таджикистан.

## **СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

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

[1-А]. **Бахронов, С. М.** Радоновый мониторинг на территории Дж. Расуловского района Республики Таджикистан / И. У. Мирсаидов, Х. М. Назаров, Б. Д. Бобоев, К. А. Эрматов, А. Адхамов, М. З. Ахмедов, С. М. Бахронов // Доклады АН Республики Таджикистан. - 2017. - Т. 60. - № 1 (166). - С. 88-93.

[2-А]. **Бахронов, С. М.** Физико-химические основы переработки урановых руд сернокислотным разложением / С. К. Ходжиев, М. С. Пулатов, С. В. Муминов, С. М. Бахронов, М. З. Ахмедов, У. М. Мирсаидов // Доклады АН Республики Таджикистан. - 2017. - Т. 60. - № 5-6. - С. 247-250.

[3-А]. **Бахронов, С. М.** Исследование содержания радона в атмосферном воздухе и в жилых помещениях города Душанбе Республики Таджикистан / И. У. Мирсаидов, Ф. А. Хамидов, Б. Б. Баротов, С. В. Муминов, С. М. Бахронов, А. М. Баротов // Доклады АН Республики Таджикистан. - 2017. - Т. 60. - № 7-8. - С. 362-365.

[4-А]. **Бахронов, С. М.** Оценка радоноопасности Б. Гафуровского района Республики Таджикистан / Х. М. Назаров, К. А. Эрматов, С. В. Муминов, С. М. Бахронов, И. У. Мирсаидов // Доклады АН Республики Таджикистан. - 2017. - Т. 60. - № 9. - С. 452-455.

[5-А]. **Бахронов, С. М.** Содержание радона в воздухе Спитаменского района Республики Таджикистан / Х. М. Назаров, Б. Д. Бобоев, К. А. Эрматов, С. М. Бахронов, С. В. Муминов // Доклады АН Республики Таджикистан. - 2018. - Т. 61. - № 3. - С. 293-295.

[6-А]. **Бахронов, С. М.** Оценка потенциальной радиационной опасности бывших урановых объектов для населения г. Истиклол Республики Таджикистан / Х. М. Назаров, К. А. Эрматов, Дж. А. Саломов, С. М. Бахронов, У. М. Мирсаидов // Радиационная гигиена. - 2018. - Т. 11. - № 2. - С. 83-89.

[7-А]. **Бахронов, С. М.** Кинетика выщелачивания ураносодержащих руд месторождения «Центральный Таджикистан» / С. К. Ходжиев, Х. М. Назаров, С. М. Бахронов, У. М. Мирсаидов // Доклады АН Республики Таджикистан. - 2018. - Т. 61. - № 4. - С. 388-391.

**[8-А]. Бахронов, С. М.** Оценка потенциальной радиационной опасности хвостохранилища Дигмай (Таджикистан) для населения, проживающего вокруг него / Х. М. Назаров, К. А. Эрматов, С. М. Бахронов, С. Г. Мухамедова, У. М. Мирсаидов // Радиационная гигиена. – 2019. – Т. 12. - № 1. – С. 115-121.

**[9-А]. Бахронов, С. М.** Радионуклиды в строительных материалах Таджикистана / С. М. Бахронов // Доклады НАН Таджикистан. – 2022. – Т. 65. - № 5-6. – С. 378-384.

**[10-А]. Бахронов, С. М.** Термодинамический анализ протекающих процессов при разложении урансодержащих руд месторождения «Танзим» / С. М. Бахронов, М. Д. Бобоёров, Б. Б. Баротов, А. Мирзоев, И. Мирсаидзода // Доклады НАН Таджикистан. – 2022. – Т. 65. - № 9-10. – С. 653-657.

**[11-А]. Бахронов, С. М.** Термодинамический анализ сернокислотного разложения отходов урановой промышленности на территории «Карта 1-9» г. Бустон / С. М. Бахронов, М. З. Ахмедов, М. Д. Бобоёров, А. Мирзоев, И. Мирсаидзода // Доклады НАН Таджикистан. – 2023. – Т. 66. - № 1-2. – С. 97-102.

**[12-А]. Бахронов, С. М.** Радиологический мониторинг хвостохранилищ посёлка Адрасман Республики Таджикистан / М. М. Хакдодов, С. М. Бахронов, Ф. З. Шафиев, Ф. А. Хамидов // Водные ресурсы, энергетика и экология. - 2023. – Т. 3. - № 2. – С. 115-122.

***Публикации в материалах научных конференций и патенты  
на изобретение***

**[13-А]. Бахронов, С. М.** Радиологический мониторинг хвостохранилищ Таджикистана и выделение уранового концентрата из отходов урановой промышленности / У. М. Мирсаидов, Ф. А. Хамидов, С. М. Бахронов, С. В. Муминов // Международная научная конференция «Сахаровские чтения 2017 года: экологические проблемы XXI века». - Минск, Республика Беларусь, 2017. - Ч. 2. – С. 96.

**[14-А]. Бахронов, С. М.** Радоновый мониторинг некоторых районов Таджикистана / К. А. Эрматов, С. М. Бахронов, С. В. Муминов // XIV Нумановские чтения «Вклад молодых учёных в развитие химической науки». – Душанбе, 2017. – С. 62-63.

**[15-А]. Бахронов, С. М.** Выделение урановых концентратов из сырьевых материалов Таджикистана / Ф. А. Хамидов, Б. Б. Баротов, С. М. Бахронов, У. М. Мирсаидов // II Международная научно-практическая конференция «Роль молодых учёных в развитии науки, инноваций и технологий». – Душанбе, 2017. – С. 71-72.

**[16-А]. Бахронов, С. М.** Термодинамические свойства актиноидов, полученных из урановых концентратов Таджикистана / Ф. А. Хамидов, С. В. Муминов, С. М. Бахронов, И. У. Мирсаидов // II Международная научно-практическая конференция «Роль молодых учёных в развитии науки, инноваций и технологий». - Душанбе, 2017. - С. 77-79.

**[17-А]. Бахронов, С. М.** Физико-химические основы получения урановых концентратов из местных сырьевых материалов Таджикистана / У. М. Мирсаидов, Ф. А. Хамидов, С. М. Бахронов, С. В. Муминов, И. У. Мирсаидов //

Международная научная конференция «Сахаровские чтения 2017 года: экологические проблемы XXI века». - Минск, Республика Беларусь, 2017. - С. 96-97

[18-А]. **Бахронов, С. М.** Мониторинг водной миграции урана и радона / К. А. Эрматов, И. У. Мирсаидов, Х. М. Назаров, С. М. Бахронов, У. М. Мирсаидов // Международная конференция «Сахаровские чтения 2018 года: экологические проблемы XXI века». - Минск, Республика Беларусь, 2018. – Ч. 2. – С. 246.

[19-А]. **Бахронов, С. М.** Радиоэкологический мониторинг фосфоритных руд Таджикистана / С. М. Бахронов, Б. Б. Баротов, У. М. Мирсаидов // Международная научно-техническая конференция «Современное состояние и перспективы развития производства фосфорсодержащих удобрений на основе фосфоритов центральных Кызылкумов и Каратау». - Ташкент, Республика Узбекистан, 2018. – С. 13-14.

[20-А]. **Бахронов, С. М.** Uranium legacy sites of the former soviet union in Tajikistan: problems and the way forward / U. Mirsaidov, S. Bahronov // Международная конференция URAM-2018. – Вена, Австрия, 25-29 июня 2018. PosterSession, Track11. Tailings and waste management.

[21-А]. **Бахронов, С. М.** Вторичная переработка отходов урановой промышленности Таджикистана / М. Д. Бобоёров, С. М. Бахронов, И. У. Мирсаидов, Х. М. Назаров, У. М. Мирсаидов // XIV Международная научно-техническая конференция «Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2018)». – Уфа, 2018. – Т. 1. – С. 14-17.

[22-А]. **Бахронов, С.М.** Общий анализ результатов проведения радонового мониторинга в северном Таджикистане / К. А. Эрматов, С. М. Бахронов, С. В. Муминов, Х. М. Назаров, У. М. Мирсаидов // XIV Международная научно-техническая конференция «Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2018)». –Уфа, 2018. – Т. 1. – С. 259-263.

[23-А]. **Бахронов, С. М.** Отходы урановой промышленности Таджикистана - перспективное сырьё для получения уранового концентрата / М. Д. Бобоёров, С. М. Бахронов, С. В. Муминов, Б. Б. Баротов, И. У. Мирсаидов // Международная научно-практическая конференция «Перспективы использования материалов устойчивых к коррозии в промышленности Республики Таджикистан», посвящённая Дню химика и 70-летию доктора химических наук, профессора, академика АН РТ Изатулло Наврузовича Ганиева. - Душанбе, 2018. - С. 230-231.

[24-А]. **Бахронов, С. М.** Миграция радионуклидов в некоторых районах Таджикистана / К. А. Эрматов, С. М. Бахронов, М. Д. Бобоёров // III Международная научно-практическая конференция «Роль молодых учёных в развитии науки, инноваций и технологий». - Душанбе, 2018. - С. 29-30.

[25-А]. **Бахронов, С. М.** Физико-химические основы переработки урансодержащих руд месторождения «Рафикон» / И. У. Мирсаидов, Б. Б. Баротов, М. Д. Бобоёров, С. М. Бахронов, У. М. Мирсаидов. // IV Международная научная конференция «Вопросы физической и координационной химии», посвящённая памяти докторов химических наук, профессоров Хамида Мухсиновича Якубова и Зухуриддина Нуриддиновича Юсуфова. - Душанбе, 2019. - С. 240-244.



**[26-А]. Бахронов, С. М.** Радиологическая карта территорий, подвергшихся воздействию уранодобывающих производств / К. А. Эрматов, С. М. Бахронов, М. М. Махмудова, М. З. Ахмедов, Х. М. Назаров // XV Нумановские чтения «Академик И.У. Нуманов и развитие химической науки в Таджикистане». - Душанбе, 2019. - С. 156-157.

**[27-А]. Бахронов, С. М.** Кинетика процесса разложения урановых руд месторождения «Западный Таджикистан» / М. Д. Бобоёров, Б. Б. Баротов, И. У. Мирсаидов, С. М. Бахронов, Ш. Р. Муродов // XV Нумановские чтения «Академик И.У. Нуманов и развитие химической науки в Таджикистане». - Душанбе, 2019. - С. 157-159.

**[28-А]. Бахронов, С. М.** Динамика объёмной активности радона в воздухе жилого помещения / Х. М. Назаров, Ш. Г. Шосафарова, М. З. Ахмедов, С. М. Бахронов, У. М. Мирсаидов // Республиканская научно-практическая конференция «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, 2020. - С. 243-246.

**[29-А]. Бахронов, С. М.** Радиологическая карта населённых пунктов Республики Таджикистан / И. У. Мирсаидов, Ф. А. Хамидов, Б. Б. Баротов, С. В. Муминов, С. М. Бахронов // Республиканская научно-практическая конференция «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, 2020. - С. 278-282.

**[30-А]. Бахронов, С. М.** Определение объёмной активности изотопов радона в воздухе жилых помещений южных регионов Республики Таджикистана / С. В. Муминов, С. М. Бахронов, М. М. Махмудова, У. М. Мирсаидов // Международная научная конференция «Сахаровские чтения 2020 года: экологические проблемы XXI века. – Минск, Республика Беларусь, 2020. - С. 363-365.

**[31-А]. Бахронов, С. М.** Естественные радионуклиды в минеральных рудах Таджикистана, как потенциальное сырьё для получения комплексных удобрений / У. М. Мирсаидов, Ф. А. Хамидов, С. В. Муминов, С. М. Бахронов // Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии одианрных, комплексных и органоминеральных удобрений». - Ташкент, Республика Узбекистан, 2022. - С. 153-155.

**[32-А]. Бахронов, С. М.** Радионуклидный мониторинг строительных материалов в Таджикистане / Ф. А. Хамидов, М. Дж. Муминова, С. М. Бахронов // Материалы республиканской научно-практической конференции (III-годовая) ГОУ «Хатлонский государственный медицинский университет», посвящённая 30-летию XVI-ой сессии Верховного Совета Республики Таджикистан. - Дангара, Таджикистан, 2022. – С. 462-463.

**[33-А]. Бахронов, С. М.** Радиационный мониторинг урановых хвостохранилищ Таджикистана / М. М. Хакдодов, М. З. Ахмедов, Е. Ю. Малышева, Х. М. Назаров, С. М. Бахронов // Международная научно-практическая конференция «Химическая, биологическая, радиационная и ядерная безопасность: достиже-

ния, проблемы и будущие перспективы». – Гулистан, Таджикистан, 2023. – С. 93-96.

### ***Патенты Республики Таджикистан***

**[34-А].** Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 1277. Способ радиационного мониторинга урановых хвостохранилищ / **С. М. Бахронов**, Х. М. Назаров, Е. Ю. Малышева, М. З. Ахмедов, Б. Б. Баротов, С. В. Муминов, У. Мирсаидов. - № 2201627; заяв. 21.01.2022 г.

**[35-А].** Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 1384. Способ извлечения редкоземельных металлов из отходов урановой промышленности / С. М. Бахронов, И. Мирсаидзода, Х. М. Назаров, Б. Б. Баротов, Ф. А. Назаров, М. Д. Бобоёров, А. М. Мирзоев, Д. Т. Исозода. - № 2201724; заяв. 19.08.2022 г.

АКАДЕМИЯИ МИЛЛИИ ИЛМҲОИ ТОЧИКИСТОН  
АГЕНТИИ АМНИЯТИ ХИМИЯВӢ, БИОЛОГӢ,  
РАДИАТСИОНӢ ВА ЯДРОӢ

---

*Бо ҳуқуқи дастнавис*

УДК: 661.8...22  
504.75 +504.064.36 (575.3)



**БАҲРОНОВ Сочидхон Манонҷонович**

**АСОСҲОИ ТЕХНОЛОГИИ КОРКАРДИ МАВОДҲОИ УРАНӢ ВА  
БАҲОДИҲИИ ХАВФИ РАДИАТСИОНИИ МИНТАҚАҲОИ ТОЧИКИ-  
СТОН**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т И**

диссертатсия барои дарёфти дараҷаи илмии  
номзади илмҳои техникӣ аз рӯи ихтисоси

05.17.00 – Технологияи химиявӣ ( 05.17.01 – Технологияи моддаҳои ғайриорганикӣ) ва  
03.02.08 – Экология (03.02.08.04 - соҳаи илмҳои техникӣ)

Душанбе-2024

Кори илмӣ дар «Озмоишгоҳи хизматраонию техники»-и Шӯъбаи илмӣ – тадқиқотию Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон иҷро гардидааст.

- Роҳбари илмӣ:** **Мирсаидзода Илҳом**  
доктори илмҳои техники, профессор,  
директори Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ,  
радиатсионӣ ва ядроии Академияи  
миллии илмҳои Тоҷикистон  
(қисмати технологӣ)
- Мушовири илмӣ:** **Ҳақдод Маҳмадшариф Маҳмуд**  
доктори илмҳои техники, узви вобастаи  
АМИТ, профессор, сарҳодими илмии Инсти-  
тути масъалаҳои об, гидроэнергетика ва эко-  
логияи АМИТ (қисмати экологӣ)
- Муқарризи  
расмӣ:** **Ғайбуллаева Зумрат Ҳабибона**  
доктори илмҳои техники, и.в. профессори ка-  
федраи «Технологияи истехсолоти химиявӣ»-и  
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи М.С.  
Осимӣ
- Розиқов Зафар Абдуқаҳорович**  
доктори илмҳои техники, профессори кафедраи  
«Экология»-и Донишкадаи кӯҳӣ металлургии  
Тоҷикистон
- Муассисаи тақриз- Факултети «Химии и биологии» Донишгоҳи**  
**диҳанда:** **давлатии Бохтар ба номи Н.Хисрав**

Ҳимояи диссертатсия рузи « 11 » сентябри соли 2024 соати 9<sup>00</sup> дар ҷала-  
саи Шӯрои диссертатсионии муштаракӣ 6D.КOA-042 назди Институти хи-  
мияи ба номи В.И.Никитини АМИТ ва Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ,  
радиатсионӣ ва ядроии АМИТ бо суроғаи: 734063, ш. Душанбе, кӯч. Айни  
299/2 дар толори ҷаласаҳои Шӯрои илмӣ баргузор мегардад. E-mail:  
f.khamidov@cbrn.tj.

Бо диссертатсия дар китобхонаи илмӣ ва дар сомонаи Институти химия  
ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон  
www.chemistry.tj шинос шудан мумкин аст.

Автореферат санаи «    » \_\_\_\_\_ соли 2024 фиростода шуд.

**Котиби илмии  
шӯрои диссертатсионӣ  
номзади илмҳои техники**



**Ҳамидов Ф.А**

## МУҚАДДИМА

**Муҳимият ва зарурати гузаронидани тадқиқот дар ин самти масъала.** Корхонаҳои саноатӣ, махсусан корхонаҳои саноатии коркарди маъдани кухӣ, локомотиви тараққиёти мамлакат мебошанд. Дар асри ХХ Тоҷикистон яке аз истеҳсолкунандагони асосии концентрати уран буд, ки дар натиҷаи он ҳамчун мероси Иттиҳоди Шӯравӣ дар қаламрави Тоҷикистон беш аз 55 ҳазор тонна партови урандор мавҷуд аст. Дар ҳалли масъалаҳои муҳофизати муҳити зист химия ва технологияи химиявӣ роли махсусан калон мебозанд. Ҷустуҷуи роҳҳои безараргардонии партовҳои уран вазифаи таъхирнопазири замони мост. Ғайр аз ин, масъалаҳои баланд бардоштани дараҷаи истифодаи захираҳои дуумдараҷа ҳоло яке аз вазифаҳои муҳимми саноати коркарди маъдани кухӣ гардидааст.

Дар шароити кам шудани сарватҳои зеризаминӣ, афзоиши аҳоли ва харобшавии муҳити зист аз ифлосшавии радиатсионӣ муҳофизат намудани объектҳо ва аҳоли аҳамияти махсус пайдо мекунад.

Ҳалли ин масъала тақозо мекунад, ки корҳои тадқиқотӣ оид ба масъалаҳои коркарди партовҳои уран ва гузаронидани мониторинги минтақаҳои радиатсионии Тоҷикистон тартиб дода шаванд.

Аз ин рӯ, коркарди маводҳои дорои уран ва арзёбии хатари радиатсионӣ вазифаи таъхирнопазир мебошад.

Зарурати гузаронидани тадқиқот оид ба коркарди маъданҳои уран ва партовҳо аз ҳалли масъалаҳои муҳофизати муҳити зист бармеояд.

Солҳои охир як қатор муҳаққиқон – Мирсаидов Ҷ., Ҳакимов Н., Баротов Б.Б. ва дигарон оид ба коркарди комплекси маъданҳои уран ва партовҳои саноати уран корҳоро анҷом доданд. Дар ин корҳо баъзе масъалаҳои коркарди партовҳои уран ҳал карда шуданд. Аммо арзёбии хатари радиатсионӣ дар коркарди маъданҳои уран дида баромаданашуда аст.

Дар кори ҳозира дар баробари дигар усулҳои коркарди маъданҳо ва партовҳои саноати уранӣ усули нав ба кор бурда шудааст. Ба масъалаҳои мониторинги радон диққати махсус дода шудааст.

**Дараҷаи инкишофи илмӣ проблемаи таҳқиқшаванда.** Дар Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон масъалаҳои омӯзиши заминаи технологияи коркарди маъданҳои урандор аз конҳои гуногуни Тоҷикистон ва арзёбии хатари радиатсионӣ ҳангоми коркарди онҳо, инчунин аз партовҳои саноати уран, хоки регдори уран, обҳои кон ва захбурҳо бо бадаст овардани оксиди уран амлӣ карда мешавад.

Барои коркарди маъданҳои урандор усулҳои гуногуни коркард таҳия карда шуда аст— ба усулҳои ояндадор усули кислотаи сулфат бо истифода аз оксидкунандаҳо ва усулҳои сорбсиониро дар бар мегиранд, ин усулҳо афзалиятҳои зиёд доранд, вале баъзе камбудиҳо низ доранд. Барои эҳтиёҷоти саноати коркарди урани мамлакати мо ба қадри кифоя ашъёи хом мавҷуд буда, усули гидрометаллургии коркарди ашъёи хом пешниҳод карда шудааст,

зеро аз сабаби куҳсор будани минтақа истифода бурдани ишқоронии зеризаминӣ ва тӯдавӣ душвор аст.

Маъданҳои урандори конҳои Тоҷикистон барои ба даст овардани концентратҳои уран макони ояндадор башумор меравад ва барои коркарди онҳо барои бо истифода аз ашёи хоми маҳаллӣ ба даст овардани пайваस्ताгиҳои уран схемаҳои умумии технологияи коркард шудаанд.

Қисмати экологии кор шарҳи мухтасар ва таҳлили умумии дастовардҳои илмӣ соҳаи экологияи радиатсиониро дар бар мегирад дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, асосҳои методологӣ ва назариявии ин масъала таҳия карда нашудаанд. Асос барои тадқиқоти мо асарҳои илмӣ ватанию хориҷии муаллифоне буд, ки дар ин соҳа кор кардаанд, инҳо асарҳои илмӣ олимон: И.В. Ярмошенко, А. Цапалов, С. Киселев, А.М. Маренного ва дигарон.

Аз муаллифони ватанӣ, ки корҳои мониторинги радиатсионӣ дар атрофи маҳфузгоҳҳо анҷом дода, кӯчиши сезий-137-ро дар баъзе қаламравҳои Тоҷикистон омӯхтаанд, мониторинги радониро дар шимолӣ Тоҷикистон анҷом додаанд ва ҷангу ифлосҳои газро дар минтақаҳои хушк омӯхтаанд, бояд номбар кунем: Х. Муртазоев, А. Чураев, С.Ф. Абдуллоев, У.Мирсаидов, Н.Ҳакимов, И.У. Мирсаидов, Х.М. Назаров, Б.Б. Баротов, Я. Саломов ва дигарон.

## **ТАВСИФИ УМУМИИ КОР**

**Ҳадафи тадқиқоти мазкур** ин омӯзиши заминаҳои физикӣ, химиявӣ ва технологияи коркарди маводҳои урандор ва арзёбии хатари радиатсионӣ ҳангоми коркарди маъданҳои уран ва партовҳои уран, инчунин мониторинги радиатсионӣ дар манотиқи мухталифи Тоҷикистон, вазъияти радиатсионӣ ва харитаи радиологӣ мебошад.

**Ҳадафҳои тадқиқот инҳоянд:**

- асосҳои технологияи коркарди маводҳои урандор;
- арзёбии хатари радиатсионӣ ҳангоми коркарди маъданҳои урандор ва партовҳои саноати уранӣ;
- хусусиятҳо ва муҳимияти коркарди маъданҳои урандор ва партовҳои саноати уранӣ;
- мониторинги радиологии партовҳои уранӣ;
- мониторинги радон дар ҳудудҳои алоҳидаи Тоҷикистон;
- омӯзиши мавҷудияти радон( $^{222}\text{Rn}$ ) дар ҳавои атмосфера, ҳавои биноҳо ва манзилҳои зист.

**Навгонии илмӣ тадқиқот:**

- асосҳои технологияи коркарди маводҳои урандор таҳия карда шудаанд;
- арзёбии хатари радиатсионӣ ҳангоми коркарди маводҳои урандор ва хатари радонии баъзе қаламрави Тоҷикистон дода шуд;
- муҳожирати радионуклидҳо дар муҳити зист омӯхта шуд;

- муқаррар карда шудааст, ки доза таъсири афканишот ба аҳолии дар ҳудудҳои хатарноки радонӣ истиқомат менамоянд аз вақти будубоши онҳо дар ин минтақаҳо вобаста аст.

**Арзиши назариявии тадқиқот** – ин коркарди маводи урандор ва арзёбии таъсири радионуклидҳо ба муҳити зист ҳангоми коркарди маъданҳои уран ва партовҳо, мониторинги минтақаҳои хатари радонии қаламрави Тоҷикистон мебошад. Мониторинги радионуклидҳои минтақаҳои гуногуни Тоҷикистон ва маълумотҳои бадастомадаро дар ҳисобҳо ва моделсозӣ барои арзёбии дозаи шуоҳурии коргарон, ки бо манбаъҳои афканишоти ионофар кор мекунад ва аҳолие, ки зери таъсири радон қарор доранд, истифода бурдан мумкин аст.

**Аҳамияти амалии кор.** Истифода бурдани натиҷаҳои кори диссертатсионӣ оид ба омӯختани маъданҳои уран ва партовҳои уран ва асосноккунии гузарондани тадбирҳои муҳофизатии паст кардани дараҷаи таъсири шуоҳурии аҳолии дар минтақаҳои заминаи радиатсионии аз ҷиҳати техногенӣ тағйирёфта, ки дар натиҷаи коркарди маъданҳои уран ва партовҳои радиоактивӣ ба вуҷуд меоянд, дорои аҳамияти калони амалӣ мебошад.

Аҳамияти амалии кор инчунин дар он аст, ки дар асоси тадқиқоти гузаронидашуда барои коркарди партовҳои урандор минтақаҳои санитарӣ муайян карда шуданд. Мониторинги хатари радонии минтақаҳо имкон медиҳад, ки аҳолиро аз таъсири радионуклидҳо муҳофизат кунем.

**Саҳми шахсии муаллиф** дар ҷамъоварии маълумотҳои адабиётҳои гуногун вобаста ба мавзӯи рисола, гузаронидани таҷрибаҳо вобаста ба коркарди маводҳои урандор, омодакунӣ ва ҷенкунии дозаи инфиродии шуоҳурии кормандони соҳаи тиб ва аҳолии дар минтақаҳои хатарноки радон зиндагикунанда, насб кардан ва ҷамъоварии детекторҳои радон, мебошад. Таҳлил ва тасдиқи натиҷаҳои илмӣ ва таҷрибавӣ ва нашри онҳо.

**Мутобиқати диссертатсия ба шиносномаи ихтисоси илмӣ** (формула ва самти тадқиқот).

1. **Соҳаи тадқиқот ба шиносномаи ихтисоси 05.17.00 – Технологияи химиявӣ ( 05.17.01– Технологияи моддаҳои ғайриорганикӣ)** аз рӯи бандҳои:

- Раванди ба даст овардани маҳсулоти минералогӣ, яъне истеҳсоли концентрати урани  $U_3O_8$ .

- Тартиби технологӣ – таҳияи асосҳои физикӣ ва химиявии равандҳои коркарди партовҳои уран ва маъданҳои урандор;

- усул ва тартиби ҳифзи муҳити зист – арзёбии бехатарии радиатсионӣ.

2. **Соҳаи тадқиқот ба шиносномаи ихтисоси 03.02.08 – Экология (с03.02.08.04 - соҳаи илмҳои техникӣ)** аз рӯи бандҳои:

- 2.3. Экологияи амалӣ – таҳияи принципҳо ва тадбирҳои амалии ҳифзи олами ҳайвоноти ваҳшӣ ҳам дар сатҳи намудҳо ва ҳам дар сатҳи экосистема; таҳияи принципҳои эҷоди экосистемаҳои сунъӣ (системаҳои сохтмонӣ, системаҳои шаҳрӣ, агроэкосистема, иншооти обӣ, хоҷагии манзилию коммуналӣ ва ғайра) ва идоракунии фаъолияти онҳо. Омӯзиши таъсири

омилҳои антропогенӣ ба экосистемаҳо дар сатҳҳои гуногун бо мақсади таҳияи стандартҳои аз ҷиҳати экологӣ асоснок оид ба таъсири сохтмон, фаъолияти инсон ва фаъолияти хоҷагии манзилию коммуналӣ ба олами ҳайвонот.

- 2.4. Экологияи инсон — омӯзиши қонуниятҳои умумии таъсири мутақобилаи инсон ва биосфера, омӯзиши таъсири шароитҳои муҳити зист (аз ҷумла шароитҳои, ки дар натиҷаи сохтмон, фаъолияти хоҷагӣ ва фаъолияти муассасаҳои манзилию коммуналӣ ба вучуд омадаанд) ба инсон;

- 5.3. Баҳодиҳии комплекси таъсири объектҳои энергетикӣ ба экосистемаҳои табиӣ ва сунъӣ, кор карда баромадани усулҳо ва воситаҳои мониторинги экологии объектҳои комплекси энергетикӣ, тадқиқот ва арзёбии таъсири саноати энергетика ба муҳити зист, аз ҷумла дар марҳилаи лоиҳакашӣ ва сохтмон.

#### **Мавқеъҳои илмӣ ба ҳимоя бароварда шудаанд:**

- коркарди маъданҳои уран ва партовҳои уранӣ, инчунин арзёбии таъсири онҳо ба муҳити зист;
- арзёбии хатари радиатсионӣ ҳангоми коркарди маводҳои урандор;
- радон ва таъсири он ба муҳити зист;
- натиҷаи мониторинги радони баъзе минтақаҳои ҷумҳурӣ;
- таҳияи заминаи меъёрию - ҳуқуқӣ оид ба назорати радон;
- натиҷаи ченкунӣ оиди арзёбии хатари радонии минтақаҳои

Тоҷикистон.

**Эътимоднокии натиҷаҳои диссертатсия** - бо таҷрибаҳои параллелӣ ва таҳлили химиявӣ якҷанд намунаҳо, инчунин бо ченкунии радон дар дохили бино бо истифода аз асбобҳои навтарини таҷрибавӣ тасдиқ карда мешавад.

**Баррасии натиҷаҳои тадқиқот** Натиҷаҳои кори диссертатсионӣ дар конгресси семинарҳои зерин гузориш ва муҳокима карда шудаанд: Конгресси XIX байналмилалӣ илмӣ “Хонишҳои Сахаров 2019: Проблемаҳои экологии асри 21” (Минск, Беларус, 2019); Хониши XV Нӯъмонов «Академик И.У.Нӯъмонов ва рушди илми кимиё дар Тоҷикистон» (Душанбе, Тоҷикистон, 2019); Конференсияи ҷумҳуриявӣ илмӣ-амалии «Мушкилоти муосири физикаи моддаҳои конденсатӣ ва физикаи ядрой» (Душанбе, Тоҷикистон, 2020).

Конференсияи байналмилалӣ илмӣ-техникӣ «Ҳолати ҳозира ва пешрафти тараққиёти истеҳсоли нуриҳои фосфордор дар асоси фосфоритҳои марказии Қизилқум ва Қаротоғ». (Тошкент, Ҷумҳурии Ўзбекистон, 2018); Конгресси XIV байналмилалӣ илмӣ-техникии “Илм, маориф, истеҳсолот дар ҳалли мушкилоти экологӣ (Экология-2018)”. (Уфа, 2018); Конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалии «Дуромадҳои истифодаи маводи ба зангзанӣ тобовар дар саноати Ҷумҳурии Тоҷикистон» (Душанбе, 2018); Конференсияи III байналхалқӣ илмӣ- амалии «Нақши олимони ҷавон дар рушди илм, инноватсия ва технология». (Душанбе, 2018); Конгресси IV байналмилалӣ илмӣ «Масъалаҳои химияи физикӣ ва координатсиявӣ» (Душанбе, 2019); Фо-



руми II байналмилалии илмий «Илм ва технологияи ҳастай». (Алмато, Ҷумҳурии Қазоқистон, 2019); Конференсияи байналмилалии илмӣ- амалии «Технологияҳои инноватсионии нуриҳои якка, комплексӣ ва органоминералӣ». (Тошкент, Ҷумҳурии Ўзбекистон, 2022); Конфронси байналмилалии илмӣ-амалии «Бехатарии химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии: дастовардҳо, мушкилот ва дурнамои оянда». (Гулистон, Тоҷикистон, 2023).

Конференсияи байналмилалии илмий «Хонишҳои Сахаров 2017-2020 сол: мушкилоти экологии асри 21» (Минск, Ҷумҳурии Беларус, 2020); Хониши XV Нӯъмонов «Академик И.У.Нӯъмонов ва рушди илми кимиё дар Тоҷикистон» (Душанбе, Тоҷикистон, 2019); Конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ- амалии «Масъалаҳои муосири физикаи моддаҳои конденсатӣ ва физикаи ҳастай», бахшида ба 20-солагии омӯзиш ва рушди илмҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илм ва маориф. (Душанбе, Тоҷикистон, 2020); Маводҳои конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ- амалии (соли III) Муассисаи давлатии таълимии «Донишгоҳи давлатии тиббии Хатлон», бахшида ба 30-солагии Иҷлосияи XVI Шӯрои Олии Ҷумҳурии Тоҷикистон, 16 декабр (ш. Данғара, Тоҷикистон, 2022);

**Интишори натиҷаҳои диссертатсия.** Дар асоси маводҳои рисолаи илмӣ 35 мақолаи илмӣ дар нашрияҳои ватанию хориҷӣ, аз ҷумла 12 мақола дар нашрияҳои, ки ба рӯйхати маҷаллаҳои илмий тақризии Комиссияи олии аттестатсионии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ва як мақола бидуни ҳаммуаллиф нашр шудаанд, 21 фишурда ва баромадҳо дар конфронсҳои сатҳи ҷумҳуриявӣ ва байналмилалӣ ҳамчун маводи конфронс истифода ва нашр шуданд, инчунин аз рӯи натиҷаҳои тадқиқот 2 нахустпатенти ихтирооти Ҷумҳурии Тоҷикистон гирифта шудааст.

**Сохтор ва ҳаҷми рисолаи илмӣ.** Рисолаи илмӣ дар ҳаҷми 160 саҳифа пешниҳод шудааст, ки дорои 30 ҷадвал, 25 расм мебошад. Аз муқаддима, се боби қисми асосӣ, хулосаҳо ва рӯйхати адабиётҳои истифодашуда иборат аст (124 номгӯй).

## **МУНДАРИҶАИ МУХТАСАРИ КОРИ ИЛМӢ**

**Дар муқаддима** унвонҷӯ муҳимияти тадқиқотро асоснок карда, ҳадаф ва вазифаҳои мегузорад, навоғии илмӣ ва аҳамияти амалӣ, муқаррароти асосии ҳимояро номбар, объектҳои тадқиқот, мавзӯи тадқиқот, усулҳои тадқиқотро инъикос мекунад, соҳаи тадқиқот, эътимоднокии натиҷаҳои навғонии илмӣ, арзиши назариявии кор, аҳамияти амалии корро инъикос кардааст. Муқаррароти асосии кор барои ҳимоя пешниҳодшуда номбар шудаанд.

**Дар боби 1** шарҳи адабиёт дар бораи маъданҳо ва минералҳои уранӣ, заминаи технологияи коркарди маъданҳои уран ва партовҳои уранӣ, коркарди обҳои урандор ва техникӣ, мониторинги радон дар объектҳои меросии уран ва мониторинги радиатсионӣ-гигиениӣ уранро пешниҳод мекунад. Боби якуми рисола бо мураттабсозии ҳадафҳои тадқиқот ба итмом мерасад.

**Дар боби 2** маълумот дар бораи заминаи технологияи коркарди маводи урандор ва арзёбии хатари радиатсионӣ ҳангоми коркарди маводи урандор оварда шудааст.

**Дар боби 3** натиҷаҳои мониторинги радон дар минтақаҳои гуногуни Тоҷикистон, вазъи радиатсионӣ ва харитаҳои радиатсионӣ оварда шудаанд. Таъмини методӣ ва техникаи ченкунии фаъолияти ҳаҷмии радон, динамикаи фаъолияти ҳаҷмии радон дар ҳавои биноҳои истиқоматӣ, нишондиҳандаҳои фаъолияти ҳаҷмии радон дар ҳавои биноҳои муассисаҳои таълимӣ, мониторинги радон дар баъзе ҳудудҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон тавсиф шуда, миқдори радон дар ҳавои атмосфера ва биноҳои истиқоматии шаҳри Душанбе низ омӯхта шуда аст. Илова бар ин, натиҷаҳои тадқиқоти фони умумии радиатсионӣ дар ҳавзаҳои дарёи Сир дар ҳудуди Тоҷикистон оварда шудаанд.

## **Боби 2. АСОСҲОИ ТЕХНОЛОГИИ КОРКАРДИ МАВОДҲОИ УРАНИ ВА БАҲОДИҲИИ ХАВФИ РАДИАТСИОНӢ ҲАНГОМИ КОРКАРДИ ОНҲО.**

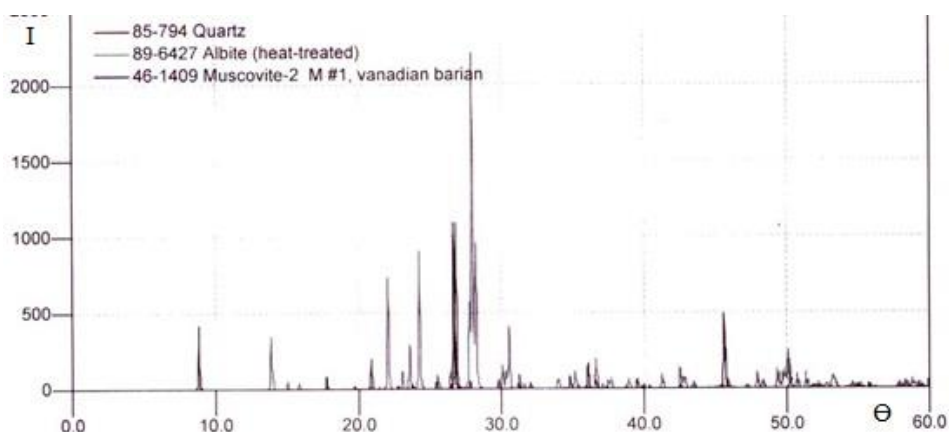
### **2.1 Муҳимияти коркарди маъданҳо ва партовҳои уранадор**

Дар даҳсолаҳои охир дар Ҷумҳурии Тоҷикистон ҷустуҷӯи конҳои нави маъданҳои дорои уран хеле вусъат ёфта, инчунин корҳои тадқиқотӣ оид ба истихроҷи уран аз маъданҳои урандор вусъат ёфтааст. Пештар тадқиқотҳо гузаронда шуда буданд, ки дар онҳо истеҳсоли уран бо таҷзияи маъданҳо ва партовҳои урандор бо кислотаи сулфат, ки дар заминаи ашёи хоми маҳаллии мамлакат ҳосил карда шудаанд, омехта мешуд. Муаллифон маъданҳои урандорро аз дигар конҳо, хусусан кони “Танзим” ва характеристикҳои физикию химиявии ин конро меомӯзанд. Дар қадвали 1 натиҷаҳои омузиши таркиби химиявии ин кон, ки бо усулҳои гуногуни мустақили таҳлили химиявӣ муайян карда шудаанд, ҷамъбаст карда шудаанд.

Қадвали 1. - Таркиби химиявии маъданҳои кони «Танзим»

Компонентҳо	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Pb	U	As	Cr	V	Zn
%	13,7	69,4	8,13	0,08	0,53	0,10	0,11	0,07	0,01	0,05	0,027

Барои кони урани “Танзим” таркиби минералогии маъдани он муайян карда шуд. Муайян кардан бо усули ТРФ, бо истифода аз дифрактометри такмилёфтаи “ДРОН-3” (филтри никел, аноди мис бо характеристикаҳои 20 мА ва 35 кВ, коркарди рақамии натиҷаҳо) гузаронида шуд. Аз рӯи натиҷаҳои тадқиқот маъданҳои асосии маъдани урандори кони “Танзим” нишон дода шудаанд, ки ба онҳо слюдаҳои уран, минералҳои кварцс, албит, мусковит, пирит, уранинит дохил мешаванд, ки ин бо дифраксияи рентгенӣ равшан тасдиқ карда мешавад. (расми 1.).



Расми 1. – РФА маъданҳои дорои урани кони “Танзим”

Барои муайян кардани таркиби радионуклидии маъдани урандори кони “Танзим” усули гамма-спектрометрии таҳлил гузаронида шуд ва таҳлил бо гамма-спектрометри бисёрканала (истеҳсоли Канберра, ИМА) (бо истифода аз детектори нимноқил), муайянкунии рақамии спектрҳо бо истифода аз нармафзори “Genie 2000” анҷом дода шуд, натиҷаҳо минбаъд ҷамъбаст карда шуданд дар (Ҷадвали 2.) оварда шудааст.

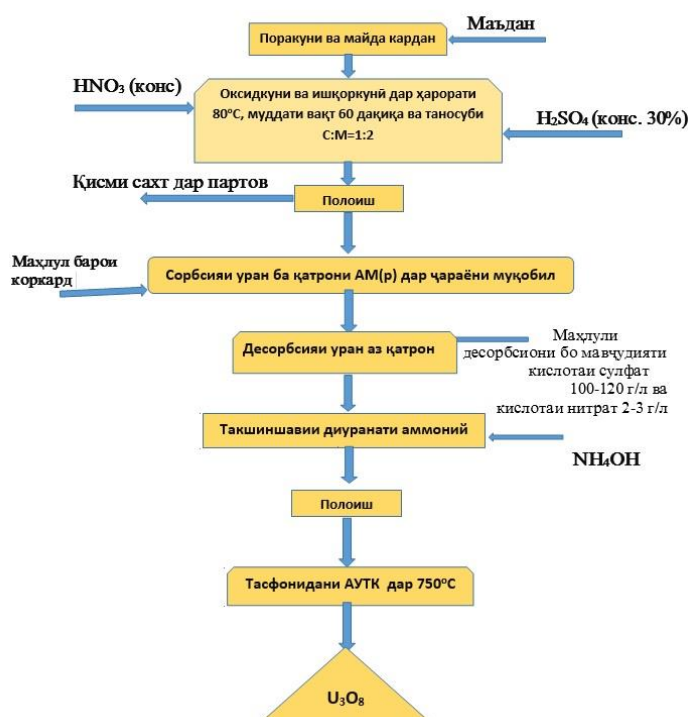
Ҷадвали 2. - Таркиби радионуклидии маъданҳои кони “Танзим”

Радио- нуклидҳо	Ҷаъолияти миёнавазнӣ, кБк /кг
K-40	4.687399E-001
Pb-212	4.273295E-002
Bi-214	1.591636E+001
Pb-214	1.369677E+001
Ra-226	3.269666E+001
Ac-228	5.077794E-002
U-235	6.201537E-001
U-238	2.109164E+000

Азбаски маъдани урандори кони “Танзим” маъдани силикатӣ аст, барои коркарди он усули оптималии – усули кислотаи сулфат интиҳоб шудааст, ки дар он дар марҳилаҳои аввали таҷзия ба сифати оксидкунанда миқдори муайяни кислотаи азотӣ илова карда мешавад. Ҳангоми коркард бо ин усул нишон дода шуд, ки афзоиши консентратсияи  $H_2SO_4$  аввал ба истихроҷи уран аз маъдан таъсири мусбӣ мерасонад, Ҷоизи истихроҷ (то 88.2%) зиёд мешавад ва баъд истихроҷ аз ҳисоби норасоии об, раванд ба таври назаррас коҳиш меёбад. Баланд шудани ҳарорат инчунин Ҷоизи истихроҷи уранро аз маъдан зиёд мекунад, ҳарорати оптималии раванди истихроҷ  $80^{\circ}C$  мебошад, ки дар он ҳадди аксар истихроҷи уран аз маъдани урандори маъдан рух медиҳад; Мувофиқи он, таъсири вақти коркард ба Ҷоизи истихроҷи уран аз маъдани дорои уран нишон дода шудааст, ки вақти оптималии коркарди истихроҷ 60 дақиқа мебошад, ки ин имкон медиҳад, уран дар ҳаҷми максималӣ истихроҷ карда шавад.

Дар асоси натиҷаҳои ба даст овардашуда схемаи асосии технологии ба даст овардани оксиди уран ( $U_3O_8$ ) аз маъдани кони “Танзим” тартиб дода шуд, ки он аз марҳилаҳои асосии зерин иборат аст: омода кардани маъдан, ишқоронӣ, филтратсия, сорбсия, десорбсия, такшиншавӣ, хушк кардан ва коркарди маъдан.

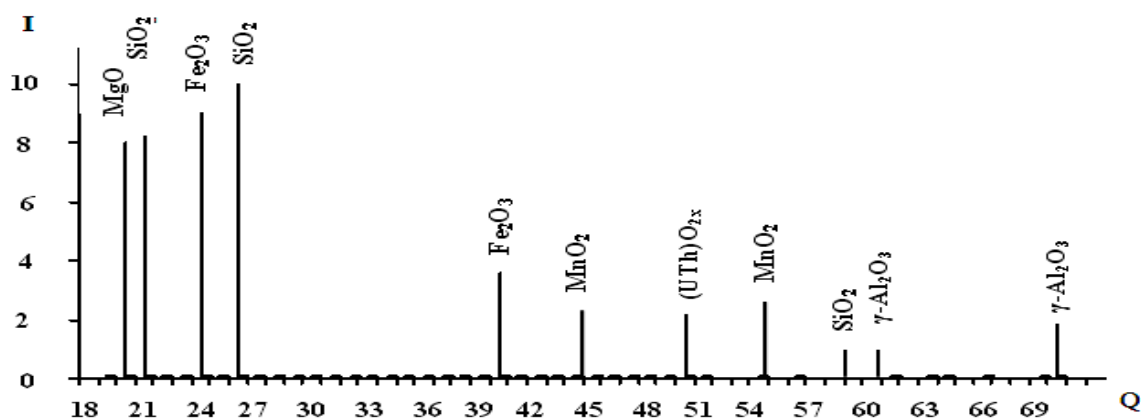
Дар доираи тадқиқоти коркарди маъдани урандори кони “Танзим” блок-схемаи асосӣ тартиб дода шуд, ки мувофиқи он маҳсули ниҳой ин оксиди уран (VI) — диуран (V) мебошад. Блок-схема марҳилаҳои асосии зеринро дар бар мегирад: майдакунӣ ва ишқоронӣ, оксидшавӣ ва ишқоронӣ, полоиш, сорбсияи уран бо тарзи муқобили ҷараёнӣ, десорбсия, такшиншавӣ, полоиш, гармкардан (расми 2.).



Расми 2. - Диаграммаи блок-схематикӣ барои истихроҷи уран бо истифода аз  $H_2SO_4$  аз маъдани дорои урани кони “Танзим”.

Инчунин нишон дода шудааст, ки партовҳои дорои урани маҳфузгоҳи Б. Гафуров ва маҳфузгоҳи Истиқлол метавонанд дубора коркард шаванд. Бо истифода аз ин маълумот мо миқдори миёнаи уранро дар партовҳо муайян кардем, ки 0,016% ташкил медиҳад (партовҳои ш. Бустон).

Таркиби минералогии партовҳо бо ёрии ТРФ муайян карда шудааст (расми 3 ва ҷадвали 3).



Расми 3. Намунаҳои дифраксияи хатии намунаҳое, ки дар маҳфузгоҳи шаҳри Бӯстон гирифта шудаанд.

Ҷадвали 3 - Таркиби кимиёвӣ партовҳои урандор аз маҳфузгоҳи шаҳри Бӯстон “Харитаи 1-9”.

Номи ҷузъҳои партов	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	U	Дигар
Таркиби ҷузъҳо дар партов, %	70.0	11.1	4.0	2.6	4.0	0.3	0.016	9.2

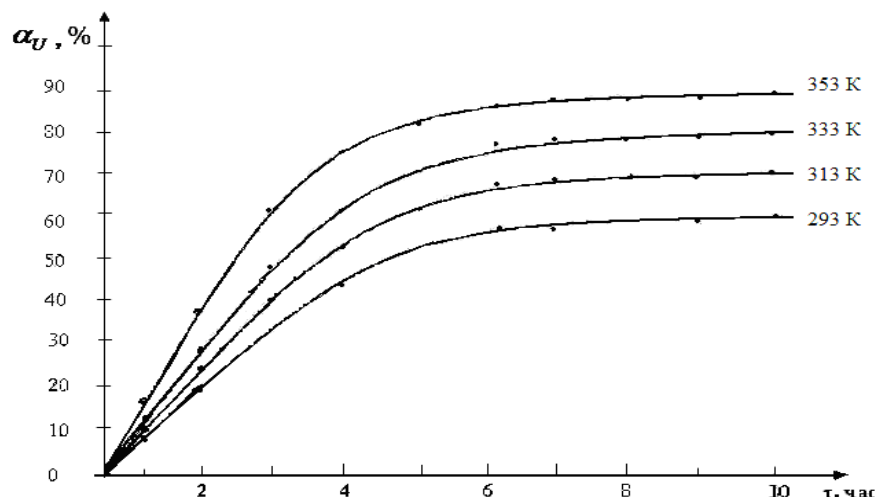
Маводи маҳфузгоҳи техногении шаҳри Бӯстон «Харитаи 1-9» аз 70% кварс иборат аст, бинобар ин тавсия дода мешавад, ки онҳо бо усули таҷзияи кислотагӣ коркард карда шаванд. Тадқиқотҳои лабораторӣ барои муайян кардани параметрҳои оптималии таҷзияи кислотаи маводи урандошта ва гузариши уран ба маҳлулҳои истеҳсоли гузаронида шуданд, натиҷаҳо ҷамъбаст карда шуданд ва дар ҷадвали 4 нишон дода шудаанд.

Ҷадвали 4. Сарфи кислотаи сулфат барои истихроҷи концентратҳои уран аз партовҳои маҳфузгоҳи шаҳри Бӯстон “Харитаи 1-9”.

		Сарфи H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , кг/т партовҳо							
		60	90	100	110	120	130	180	350
Истихроҷи уран (U) дар маҳлул, %	Таносуби С: M=1:1	3	20	31	37	39	41	53	55
	Таносуби С: M=1:2	4	25	37	42	43	48	60	61

Дар асоси гуфтаҳои боло, барои таҷзия кардани партовҳои дорои уран истифода бурдани ишқоронӣ ҳарорати баланд бамаврид аст, аммо бо баланд шудани ҳарорати ишқоронӣ то 80-90°C дар ҷараёни ишқоронӣ талафоти зиёди гармӣ имконпазир мегардад ва таҷҳизоти махсус барои идома додани раванд зарур аст - барои дастгоҳҳои таҷзия бо мақсади нигоҳ доштани гармӣ изолятсияи гармидиҳӣ лозим аст. Аз ин рӯ, барои таҷзияи маводи маҳфузгоҳи ҳарорати 65-70°C истифода шуда, раванди таҷзия дар давоми 6 соат гузаро-

нида шуд ва таносуби сахт бо фазаи моеъ М:С=1:1 гузаронида шудаанд (расми 4.).



Расми 4. - Тағйироти истихроҷи уран аз вақти таҷзияи кислотаи сулфати партовҳои маҳфузгоҳи шаҳри Бӯстон «Харитаи 1-9».

Барои омӯзиши кинетикаи таҷзияи маводи кон шароити изотермикӣ фароҳам оварда шуд, ки дар онҳо лойоба (пулпа) дар реактори термостатӣ 10 соат нигоҳ дошта мешавад, параметрҳои кинетикӣ дар ҳудуди ҳарорати 293-313-333-353 К муқаррар карда шуданд, сарфи оптималии  $\text{H}_2\text{SO}_4$  дар ҳар як тонна масолеҳи кони 180 килограмм нигоҳ дошта шуд.

Дар фосилаи баррасишавандаи ҳарорат, истихроҷи уран аз 60% (дар 293 К) то 90% (дар 353 К) зиёд шуд. Хатҳои қачи кинетикӣ, ки таҷзияи кислотагӣ маводи кони мутаносибан дар ҳудуди ҳарорати 293-313-333-353 К гирифта шуданд. Аз расми 4 низ маълум аст, ки таҷзия то 4 соат ба таври хаттӣ мегузарад ва баъд суръати ҷараён якбора кам шуда, хатҳо горизонталӣ мешаванд. Хатҳои кинетикии ин раванд коркард шуда, дар асоси коркарди онҳо энергияи фаъолшавии ин раванд ба таври таҷрибавӣ ҳисоб карда шуд, ки қимати ададии он мутаносибан ба 6.0 кҶ/мол баробар буд, ин қиммат нишон медиҳад, ки ин раванд дар зери назорати диффузионӣ сурат мегирад. (ҷадвали 5). Ҳамин тавр, натиҷаҳои бадастомада механизми ба вуҷуд омадани раванди таҷзияи кислотаи сулфати маводи конии маҳфузгоҳи «Харитаи 1-9»-и шаҳри Бӯстонро ошкор намуда, инчунин имкон дод, ки режими оптималии истихроҷи он интихоб карда шавад, ки истихроҷи уран ба ҳадди аксар мерасад.

Ҷадвали 5. - Хусусиятҳои кинетикии таҷзияи партовҳои маҳфузгоҳи Бӯстон «Харитаи 1-9» бо кислотаи сулфат (сарфаи кислота ҳангоми таҷзия ба андозаи 180 кг/тонна гирифта шудааст).

Ҳарорати таҷзия, Келвин	293	313	333	353
Сурати таҷзия, %/соат	1.00	1.23	1.54	1.96
Энергияи фаъолсозӣ, кҶ/мол	6,0			

## 2.2 Мониторинги радиационно-гигиенӣ ва роҳҳои таъмини бехатарии радиационии аҳоли.

Аз оғози таъсиси Агентии амнияти ХБРЯ Академияи миллии Ҷумҳурии Тоҷикистон (соли 2003) корҳои муштарак бо Корхонаи воҳиди давлатии «Фулузоти нодирӣ Тоҷикистон» ва муассисаҳои тиббӣ вобаста ба мушкилоти бехатарии радиационӣ ба нақша гирифта шуда буд. Яке аз самтҳои фаъолияти Агентии амнияти ХБРЯ АМИТ дар баробари танзим, таъминоти илмии бехатарии радиационӣ ва ҳифзу ҳимояи радиационии аҳоли, ки дар наздикии маҳфузгоҳҳои урандоранд, мебошад. Дар ин самт зиёда аз 15 сол боз кор бурда мешавад.

Методологияи мониторинги радиационно-гигиенӣ (РГМ) бо истифода аз таҷрибаи кишварҳои дигар таҳия карда шудааст.

Радиоактивияти муҳити атроф бо усулҳои гуногун омӯхта мешавад, мо усулҳои зеринро интихоб кардем — радиохимиявӣ, спектрометрӣ, радиометрӣ, радиационно табиӣ-гигиенӣ;

Вазъияти саломатии аҳолие, ки дар наздикии маҳфузгоҳҳои урандор зиндагӣ мекунад, бо усулҳои клиникаю оморӣ омӯхта шуд. Таҳлили натиҷаҳои омӯзиши вазъи муҳити зист ва саломатии аҳоли зарурати андешидани тадбирҳои дахлдори радиационно-гигиенӣ, инчунин такмили заминаи меъёрии ҳуқуқиро дар соҳаи танзими системаи назорати санитарно эпидемиологӣ нишон дод.

Муайян карда шуд, ки дозаи умумии самараноки солони таъсири шуохӯрӣ ба аҳолии вилояти Суғди Ҷумҳурии Тоҷикистон дар ҳудуди 3.2-4.2 мЗв/сол баробар мебошад дар айни замон, аҳолие, ки дар наздикии маҳфузгоҳҳои урандор зиндагӣ мекунад, миқдори зиёди радиатсия мегиранд, ки дар як сол аз 9.5 то 11.5 мЗв ташкил медиҳад, ки дар натиҷаи партовҳои радиоактивӣ дар маҳфузгоҳҳо ҳам шуда мебошад.

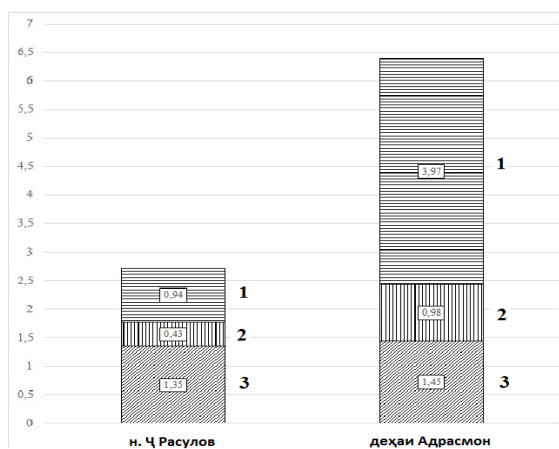
Дар ҳудуди вилояти Суғд мониторинги консентратсияи радон ва тавоноии дозаи эквивалентӣ (ТДЭ) гузаронида мешавад, дар рафти мониторинг муайян шуда аст, ки арзишҳои баландшавии тавоноии дозаи эквивалентӣ (ТДЭ) дар ҳудуди 0,35-0,40 мкЗв/соат мебошад. Мутаносибан, дар асоси натиҷаҳои мониторинг оид ба баланд шудани арзишҳои тавоноии дозаи эквивалентӣ (ТДЭ), ки ҳудудҳои наздик ба маҳфузгоҳи дорой уран ва аз ҷиҳати ҷуғрофӣ дар наздикии ин маҳфузгоҳи ҷойгиранд, хулоса бароварда шуд.

Дар минтақаҳои алоҳидаи вилояти Суғд фонӣ радиационии баланд мушоҳида шудааст. Ин тамоюл дар ҳудудҳои, ки партовҳо ва маҳфузгоҳи радиоактивӣ воқеъ гардидаанд мушоҳида мегарданд, ин партовҳо дар натиҷаи корҳои собиқ истихроқи уран, ки дар замони Иттиҳоди Шуравӣ амал мекарданд, ба вуҷуд омадаанд ва мутаносибан дар ҳудудҳои наздик ба ин минтақаҳо низ мушоҳида мешавад. Бояд зикр кард, ки аксари маҳфузгоҳҳо, ки аз ҷиҳати ҷуғрофӣ дар қаламрави Тоҷикистони шимолӣ ҷойгиранд – ин маҳфузгоҳҳои Деҳмӯй, Комбинати маъданҳои камбағал –

инҳо маҳфузгоҳҳои кушод буда, бе рӯйпӯшҳои муҳофизатӣ, бо дар назардошти хосиятҳои партовҳои дар онҳо нигоҳ дошташуда партовҳои фаъолнокиашон паст мебошад аммо ин ҳудудҳо барои аҳолии дар наздикии онҳо зиндагӣ мекунад ва дар ҳудуди онҳо фаъолиятҳои гуногунро анҷом медиҳанд (масалан, боғҳои сабзавот, чаронидани ҳайвоноти хонагӣ) хатарнок буда, ба муҳити зист низ хатари воқеӣ доранд.

Дар Тоҷикистони шимолӣ мониторинги радиологӣ ба воситаи ченкунии радиометрии тамоми минтақаҳо, ки бештар аз 1000 ченкунии радиологӣ гузаронда шуд. Таҷҳизотҳои сайёри зерин истифода бурда шуд: дозиметри тамғаи "ДКС-АТ 1123" (барои ченкунии гамма ва рентген), дозиметр-радиометри тамғаи "ДКС-96" (бо доираи васеи андозагирии радиологӣ), комплекси дозиметрӣ "PackEye" (FHT 1377), спектрометри тамғаи "Inspector-1000", барои чен кардани таркиби гази радон дар об ва ҳаво радиометри радони "РРА-01М-03" (бо намунагирандаи "ПОУ-04") истифода шуд. Таносуби тавозуни кислотагую ишқорӣ (рН) дар муҳити обӣ бо истифода аз рН-метри тамғаи "Eijkelkamp-18.28" муайян карда шуд.

Дар ҳудудҳои ҳамшафати маҳфузгоҳи Адрасмон миқдори шуоҳурии аҳоли тавассути нафаскашии маҳсулоти коҳиши радон ба 3.99 мЗв дар як сол баробар буд (расми 5). Инчунин аз расми 5 ба хулосае омадан мумкин аст, ки дар наздикии маҳфузгоҳҳои урандор арзишҳои дозаи самарабахши радиатсионӣ нисбат ба минтақои назоратӣ зиёданд.



Расми 5. – Саҳми манбаъҳои гуногун ба дозаи инфиродии самараноки солонаи шуоҳурии деҳаи. Адрасмон ва ноҳияи Ч. Расулов (минтақои назоратӣ) (1 – аз ҳисоби изотопҳои Rn, 2 – аз ҳисоби маҳсулоти ғизо, 3 – шуоҳҳои беруна).

### 2.3 Мониторинги радиоэкологии маъданҳои минералии Тоҷикистон

Тоҷикистон ҳамчун ҷумҳурии саноатӣ-аграрӣ ба коркарди маъданҳои минералӣ эҳтиёҷ дорад, бинобар ин масъалаи коркарди комплекси онҳо аҳамияти калони хоҷагии халқ дорад. Мо бо истифода аз доираи васеи ченакҳои радиометрӣ дар объектҳои гуногуни Ҷумҳурии Тоҷикистон – конҳои маъданҳои ғайри маъданӣ (данбуритҳо, фосфоритҳо, флюоритҳо ва ғайра), конҳои тиллоӣ маъданӣ, металлҳои ранга ва нодир, дар масолеҳи бинокорӣ гузаронида шуд. Дар конҳои маъдан, радионуклидҳои табиӣ (РНТ) асосан



дар шакли ҷузъҳои ифлосӣ дар маъданҳои асосӣ ё дар шакли минерализатсияи мустақили изофӣ мавҷуд мебошанд. Унсурҳои силсилаи уран ва торий дар бисёре аз ҷинсҳои мизбон ҳамчун маъданҳои иловагӣ ба таври васеъ муаррифӣ мешаванд ва дар ҷинсҳои тиллодори ҷойгиршуда мавҷуданд.

Дар ҷадвали 6. Ҷаҳолнокии хоси радионуклидҳо дар намунаҳои баъзе конҳои маъданҳои минералии Тоҷикистон нишон дода шудааст.

Мавҷудияти радионуклидҳои табиӣ (РНТ) тавассути гамма - спектрометрия чен карда шуд.

Таҳлили маълумотҳои ба даст овардашуда нишон доданд, ки дар намунаҳои баъзе маъданҳои минералии Тоҷикистон миқдори радионуклидҳои табиӣ (РНТ) хеле паст аст. Концентрацияи паст ва ҷамъшавии маъданҳои элементҳои силсилаи уран ва торий барои комплексҳои геологии синну соли гуногун, аз ҷинсҳои кристалии археи то ҷинсҳои муосир хос аст, мушоҳида мешавад. Бинобар ин кори минбаъда дар ин майдонҳо бе ягон маҳдудият аз руи омили радиатсионӣ ба роҳ монда мешавад.

Ҷадвали 6 - Ҷаҳолнокии хоси радионуклидҳо дар намунаҳои баъзе маъданҳои минералии Тоҷикистон

Номгуи намунаҳо	Арзишҳои ҷаҳолнокии хос , Бк/кг			
	<sup>40</sup> K	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th	<sup>238</sup> U
Маъдани сурма ва симоб, Айни	106.83±4.56	15.03±7.47	-	12.44±1.43
«Дуоба»-и Тиллодор	786.44±32.8	59.74±5.37	30.59±0.65	14.40±3.49
«Тарор»-и Тиллодор	108.36±4.6	32.42±2.59	-	12.48±1.03
Маъдани нефелин-сиенитӣ	1649.30±68.4	63.00±5.87	33.74±0.73	21.06±2.5
Маъдани флюоритӣ	30.46±4.30	92.16±8.07	34.22±0.98	-
Данбурит	3.23±1.12	14.37±1.32	2.98±0.35	-

Дар партави масъалаҳои, ки ин кор ба онҳо бахшида шудааст, маълумотҳо дар бораи дараҷаи радиоактивии маъданҳои гуногуни фосфордор диққати калон доранд. Минералҳои фосфордор дорои радиоактивият мебошанд, ки сатҳи онҳо ҳатто дар ҳуди ҳамон кон маълум аст. Фосфоритҳои пайдоиши оҳақӣ-регӣ, ки дар қабатҳо пайдо мешаванд, одатан бо миқдори ками уран бой мешаванд. Аз ин рӯ, радиоактивияти онҳо назар ба фосфатҳои пайдоиши вулкани ба таври назаррас баландтар аст.

Дар ҷумҳурии Тоҷикистон ду кони ояндадор Риват ва Қаротоғ мебошанд, ки иқтисодии минералогии онҳо тақрибан 30 миллион тоннаро ташкил медиҳад. Конҳои фосфорити Риват, ки дар соҳили рости дарёи Зарафшон воқеъ аст, калонтар ва бештар тадқиқ карда шудааст.

Дар ҷадвали 7 фаъолияти хоси радионуклидҳои табиӣ (РНТ) дар намунаҳои маъдани аслӣ ва концентратсияшудаи фосфордор аз конҳои Риват ва Қаротоғ оварда шудааст. Чи тавре ки аз ҷадвали 7 дида мешавад, дар таркиби маъдани концентратсияшуда миқдори РНТ зиёд мешавад, ин аз он иборат аст, ки ҳангоми ғанигардонии флотатсияю-кимиёвии маъдан радионуклидҳо бо реагентҳо амал намекунанд ва дар маъдани ғанигардонидашуда мемонанд. Ҳангоми флотатсия қисми назарраси радионуклиди К-40 ба партовҳо мегузаранд.

Ҷадвали 7. Фаъолнокии хоси радионуклидҳо дар намунаҳои маъданҳои фосфордори конҳои Риват ва Қаротоғ.

Номгуи намуна	Арзишҳои фаъолнокии хос, Бк/кг					
	К-40	Рb-210	Ra-226	Th-232	U-235	U-238
Риват (намунаи аслӣ)	201.23	66.25	120.88	29.24	6.84	77.78
Риват (концентрат)	168.55	109.83	221.24	55.06	16.77	160.81
Қаротоғ (намунаи аслӣ)	262.82	244.97	435.34	18.90	25.20	319.55
Қаротоғ (концентрат)	80.82	566.97	1004,02	11.36	56.05	776.12

Ҳудуди конҳои фосфоритҳои Риват ва Қаротоғро аз назар гузаронда, мониторинги фони радиатсионии ин минтақаҳо гузаронида шуд. Тадқиқоти радиологии ин конҳо пиёда бо усули катак-катак гузаронда шуданд. Барои мониторинг таҷҳизоти зерин истифода шуданд: "INSPECTOR-1000", "АТ-6102", "МКС-АТ1117М". Истифодаи якчанд асбобҳои ченкунӣ якбора аз он вобаста буд, ки асбобҳои гуногуни ченкунӣ мутаносибан дар ҳадди ченкунӣ, хатогиҳои андозагирӣ ва дигар нишондиҳандаҳо ҳангоми ченкунии фони радиатсионӣ фарқ мекунад аз ин рӯ, дар асоси арзишҳои, ки тавассути таҷҳизотҳои гуногун ба даст оварда шудаанд, қиматҳои аниқии фони радиатсионӣ ин ҳудудҳо муайян карда шуданд.

Барои кони Риват, нишондоди миёнаи арифметикии тавоноии дозаи экспозитсионӣ (ТДЭ) нуқтаҳоро ташкил медиҳад: барои қисми шимолӣ 0.252 мкЗв/соат, барои қисми ҷанубӣ – 0.185 мкЗв/соат. Ин ченакҳо нишон медиҳанд, ки арзишҳои тавоноии дозаи экспозитсионии (ТДЭ) ҳудудҳои таҳқиқшуда дар доираи меъёрҳои санитарии иҷозатдодашуда мебошанд. Дар сатҳи кон ва дар маҳалҳо як қадар зиёд будани тавоноии дозаи экспозитсионӣ (ТДЭ) мушоҳида карда мешавад.

Барои кони Қаротоғ нишондоди миёнаи арифметикии тавоноии дозаи экспозитсионӣ (ТДЭ) чунин аст: барои қисми шимолӣ — 0.152 мкЗв/соат, барои қисми ҷанубӣ — 0.142 мкЗв/соат, дар сатҳи кон — 0.186 мкЗв/соатро ташкил медиҳад.

## 2.4 Радионуклидҳо дар масолеҳи сохтмони Тоҷикистон

Асосан, масолеҳи сохтмонӣ ин ҷузъҳои табиие мебошанд, ки дар экосистемаҳои гуногун мавҷуданд, ки дар айни замон хосиятҳои инфиродии радиатсионии худро доранд. Масалан, дар ҳамаи масолеҳи сохтмонӣ минералӣ таркибҳои гуногуни элементҳои гуногуни химиявии радиоактивӣ мавҷуданд, ки ба радиоактивияти масолеҳи сохтмонӣ таъсир мерасонанд. Маводи сохтмонӣ аз сангҳои табиӣ ё масолеҳи сохтмонӣ аз пайвастагиҳои минералӣ бештар радиоактивӣ мебошанд. Албатта, дар назар доштан лозим аст, ки як мавод вобаста ба ҷойгиршавии кон нишондиҳандаҳои гуногуни радиоактивӣ дошта метавонад, ки дар натиҷа маълумот нисбат ба қиматҳои миёна аз арзишҳои фони миёна каме парокандагӣ вучуд дорад.

Маводҳои сохтмонӣ аз ҳисоби дар онҳо мавҷудияти спектри васеи радионуклидҳои табиӣ -  $^{226}\text{Ra}$  (маҳсулоти коҳиши он -  $^{222}\text{Rn}$  ва  $^{220}\text{Tn}$ ),  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$  хосияти радиоактивии табиӣ доранд.

Интиҳоб ва омода кардани намунаҳо мувофиқи ГОСТ 30108-94 "Масолеҳ ва маснуоти сохтмонӣ. Муайян кардани фаъолнокии хоси самарабахши радионуклидҳои табиӣ" анҷом дода шуданд. Ҳаҷми намунаҳо мувофиқи шартҳои ҷойгир кардани онҳо дар зарфи Маринеллӣ, ки ҳаҷми он 1000 см<sup>3</sup> аст, интиҳоб карда шуданд. Миқдори намунаҳо тавассути баркашӣ дар тарозуи электронӣ бо дақиқии  $\pm 5,0\text{г}$  муайян карда шуд. Баъд, намунаҳо барои ба даст овардани мувозинати  $^{226}\text{Ra}$  бо маҳсулоти коҳиши духтарӣ ба таври герметикӣ баста шуданд барои ба даст овардани ин тавозуни 30 шабонарӯз нигоҳ дошта шуданд.

Омузиши намунаҳои ашёи хоми минералӣ ва маҳсулоти тайёр дар асоси онҳо тибқи ҳуҷҷатҳои меёрӣ - ГОСТ 30108-94 ва «Меёрҳои бехатарии радиатсионӣ (МБР-06)» гузаронида шуданд. Мувофиқи ин ГОСТ, радионуклидҳои табиӣ (РНТ) ин нуклидҳои радиоактивии асосии пайдоиши табиӣ мебошанд, ки дар таркиби масолеҳи сохтмон мавҷуданд: радий ( $^{226}\text{Ra}$ ), торий ( $^{232}\text{Th}$ ), калий ( $^{40}\text{K}$ ).

Стандарт усулҳои ченкунии фаъолнокии хоси самарабахшро барои ҳар як радионуклид муқаррар мекунад ва дар асоси ин маълумотҳои ба даст овардашуда, ҳама масолеҳи сохтмонӣ аз рӯи радиоактивияташон ба синфҳои радиоактивӣ тақсим карда мешаванд.

Дар ин кор баъзе намудҳои масолеҳи сохтмонӣ тадқиқот карда шудааст, натиҷаҳои тадқиқот дар ҷадвали 8 оварда шудаанд. Таҳлили маълумотҳои ҷадвали 8 нишон медиҳад, ки фаъолнокии хоси масолеҳи сохтмонӣ дар ҳудуди аз 1 то 320 Бк/кг фарқ мекунад.

Ҷадвали 8. - Арзишҳои фаъолнокии миёнаи ҳоси РНТ дар масолеҳи сохтмони Тоҷикистон

№	Номгуи масолах	Фаъолнокии хос, Бк/кг			Ф <sub>эфф</sub> , Бк/кг	±Д, Бк/кг
		К-40	Ra-226	Th-232		
1.	Ширеши Кошинҳо «Oelfin», Душанбе, Тоҷикистон	514.74 ±21.46	65.46±5.94	35.02±0.74	154.09	6,28
2.	Ширеши Кошинҳо, Душанбе, Тоҷикистон	544.45 ±22.69	56.96±5.21	30.50±0.65	143,19	5,61
3.	Ширеши Кошинҳо «Laman», Душанбе, Тоҷикистон	591.03 ±24.96	89.08±8.36	41.25±1.04	193,36	8,72
4.	Ширеши Кошинҳо «Pufas», Душанбе, Тоҷикистон	595.2±25.26	77.15±7.54	38.54±1.05	178,23	7,95
5.	Ғурагач «NG», Душанбе, Тоҷикистон	10.41±1.31	-	-	0,885	0,11
6.	Ғурагач «Кристалл», Душанбе, Тоҷикистон	12.54±1.64	-	-	1,066	0,13
7.	Ғурагач «Арсенал», Душанбе, Тоҷикистон	16.57±1.50	-	-	1,408	0,12
8.	Гранити табиӣ сафед, Тоҷикистон	701.98 ±29.14	117.20 ±33.02	108.53 ±1.87	319,04	33,20
9.	Гранити табиӣ сурх, Тоҷикистон	587.57 ±24.41	170.17 ±14.92	77.11±1.36	321,13	15,16
10.	Гранити руйпушкунанда, Тоҷикистон	54.23±2.44	-	2.30±0.12	7,62	0,26
11.	Реги квартсӣ	-	6.25±3.33	1.13±0,074	7,73	3,33
12.	Гили сурх Ширкент, Тоҷикистон	373.30 ±21.51	“	36.53±2.77	79,58	4,04
13.	Қуми сохтмонӣ, Душанбе,	839.80 ±34.95	80.44±7.33	47.04±1.02	213,45	8,00
14.	Санги шағали сохтмонӣ, Душанбе, Тоҷикистон	739.22 ±31.62	100.47 ±10.06	50.17±1.38	229,03	10,56
15.	Ҳишти сафолӣ, Душанбе, Тоҷикистон	580.13 ±24.30	5.54±0,49	42.75±0.89	110,85	2,39
16.	Ҳишти сафолӣ, Турсунзода, Тоҷикистон	347.10 ±15.54	54.22±9.8	25.29±1.68	116,85	10,12

17.	Портландсемент М400, Тоҷикистон	155.21 ±6.58	43.70± 10.23	15.45± 0.34	77,13	10,25
18.	Семент «Хуаксин-Ёвон» М500, Ёвон, Тоҷикистон	138.81 ±10.26	94.71± 8.52	-	106,51	8,56
19.	Оҳак, Қизилқалъа, Тоҷикистон	25.72± 1.86	29.25± 14,40	-	31,44	14,40
20.	Ғач	118,14 ±11.27	24.31± 9.54	4,24± 0.27	39,90	9,59
21.	Семент «Уқоб» М400, Вилояти Суғд	127.84 ±5.51	49.20± 12.54	19.98± 0.48	86,24	12,56
22.	Санги табиӣ руйпушкунанда	520.78 ±21.90	68.99± 23.45	38.09± 0.85	163,15	23,55
23.	Қолҳои сафолии шишабандшуда	337.70 ±14.21	107.89 ±24.40	90.34± 1.61	254,94	24,52

Ҳамин тавр, масолеҳи сохтмонӣ дар асоси гранитҳо, чинсҳои вулканӣ асо-сёфта нисбат ба масолеҳи сохтмони пайдоишашон чинсҳои карбонатӣ асо-сёфтааст (ғач, оҳак ва ғайра) фаъолнокии хоси бештар доранд.

### **БОБИ 3. МОНИТОРИНГИ РАДОН ДАР ҲУДУДҲОИ ГУНОГУНИ ТОҶИКИСТОН, ВАЗЪИЯТИ РАДИАТСИОНИИ ОНҲО ВА ХАРИТАҲОИ РАДИОЛОҒӢ.**

Маълумот дар бораи мониторинги радон дар ҳудуди гуногуни Тоҷикистон, вазъи радиатсионӣ ва харитаҳои радиологӣ онҳо оварда шудаанд.

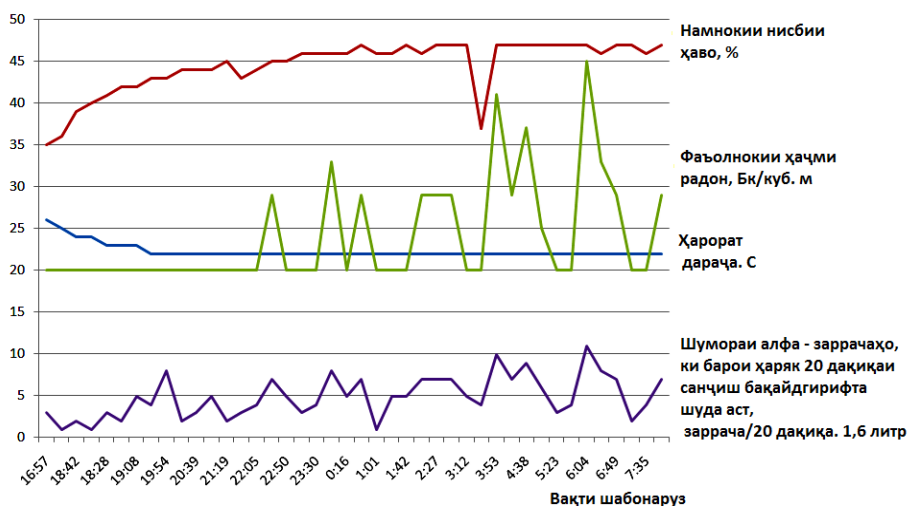
#### **3.1. Динамикаи фаъолияти ҳаҷмии радон дар ҳавои биноҳои истиқоматии ш. Бӯстон.**

Дар ин фасли тадқиқоти диссертатсия омӯхтан ва таҳлили биноҳои истиқоматии шаҳри Бӯстони вилояти Суғди Тоҷикистон, параметрҳо ба монанди намнокии нисбии ҳаво, фишор, ҳарорат, миқдори зарраҳои алфа ва таъсири онҳо ба динамикаи тағирот дар фаъолияти ҳаҷмӣ (ОА) радон дар ин биноҳои шаҳр дарбар мегирад.

Пас аз таҳлил ва натиҷаҳои бадастомада хулоса бароварда шуда аст, ки арзиши ОА-и радон ва шумораи зарраҳои алфа дар тобеияти ростхаттӣ мебошанд. Дар ин ҳолат, арзишҳои намнокии нисбии ҳаво ва ҳарорати ҳаво ба ҳамдигар мутаносиб мебошанд. Ва паст гардидани ҳарорати ҳаво дар ҳуҷра инчунин фишори ҳаворо дар як ҳуҷраи додашуда коҳиш медиҳад, яъне байни ҳарорати ҳаво ва фишори он дар ҳуҷра робитаи мустақим вучуд дорад.

Мувофиқи он, омилҳои муайянкунандаи ОА-и радон низ бо мурури замон вобаста ба шумораи зарраҳои алфа, фишори ҳаво, намнокии нисбии ҳаво, ҳарорат муқоиса карда шуданд ва дар шакли графикӣ ҷамъбаст карда шудаанд (расми 6).

Дар расми 6 нишон дода шудааст, ки тағйирёбии намнокии нисбии ҳаво ба тағйирёбии арзишҳои АО радон таъсир мерасонад. ОА мустақими радон то 22 соат маъноӣ онро дорад, ки радиометри радон ҳадди ҳассосияти 20 Бк/м<sup>3</sup> дорад. Аввалин дастоварди радон ОА то 20 Бк/м<sup>3</sup> пас аз паст шудани ҳарорат ва баланд шудани фишори атмосфера мушоҳида мешавад. Вақте ки намнокии нисбии ҳаво зиёда аз 45% аст, аввалин афзоиши назарраси миқдори радон дар ОА пас аз соати 22:00 мушоҳида мешавад. Намнокии нисбӣ аз 45% боло буда, ҳадди ниҳоии ба 47% мерасад. Пас аз соати 22:00 то 7:00 рӯзи дигар, арзиши миёнаи радон дар ОА аз 26 Бк/м<sup>3</sup> зиёд боқӣ мемонад.



Расми 6. - Вобастагии вақт аз шумораи зарраҳои алфа, ҳарорат, ОА радон ва намнокии нисбии ҳаво.

### 3.2. Нишондиҳандаҳои фаъолнокии ҳаҷмии радон дар ҳавои биноҳои муассисаҳои таълимии шаҳри Истиқлол

Мониторинги радон дар ҳавои биноҳои муассисаҳои таҳсилоти томактабӣ ва мактабии шаҳри Истиқлоли, Ҷумҳурии Тоҷикистон гузаронида шуд.

Дар марҳилаи ибтидоии ин кор, чун қоида, ченкунии шумораи ками биноҳои истиқоматӣ ва ҷамъиятиро фаро гирифт. Баробари ҷамъ омадани маълумот, таҳияи таҷҳизот ва тақмили таъминоти методикӣ корҳои тадқиқотӣ васеъ гардида, тамоми биноҳои муассисаҳои таълимии томактабӣ ва мактабӣ, ки дар шаҳри Истиқлол ҷойгиранд, аз назар гузаронида шуданд. Ба сифати асбоби ченкунӣ радиометри радонии тамғаи PPA-01M-03 истифода гардидааст.

Ҳангоми гузаронидани тадқиқоти ҳамаҷонибаи радиационии биноҳои шаҳри Истиқлол муайян карда шуд, ки арзиши миёнаи ҳаҷмӣ фаъолнокии (ҲФ) радон ва ТДЭ дар ҳавои дохили биноҳо мутаносибан ба 93 Бк/м<sup>2</sup> ва 0,15 мкЗв/соат мерасад. Ин параметрҳо аз меъёрҳои муқаррарнамудаи "Меъёрҳои

бехатарии радиатсионӣ" (МБР-06 ҚС 2.6.1.001-06) аз 200 Бк/м<sup>3</sup> (барои биноҳои қаблан сохташуда) зиёд нестанд.

Қиматҳои эквиваленти мувозинати фаъолнокии ҳаҷмии (ЭМФҲ) радон дар ҳавои дарунӣ хусусияти муҳими хатари радонии ҳудудҳои мебошад, ки ҳангоми тарҳрезӣ ва истифодабарии биноҳо барои мақсадҳои гуногун ба назар гирифта мешавад. Ин пеш аз ҳама, ба он вобаста аст, ки ЭМФҲ як хусусияти мураккабест, ки фаъолнокии ҳаҷмии маҳсулоти таҷзияи духтариро ба назар мегирад, ба монанди <sup>218</sup>Po, <sup>214</sup>Pb ва <sup>214</sup>Bi, дутои охирин гамма нурафкананда мебошанд. Дохилшавии радон ба ҳавои дохилӣ бо мавҷудияти <sup>226</sup>Ra дар сатҳи зеризаминӣ дар масолеҳи сохтмонӣ, ки сохтори биноро ташкил медиҳанд, танзим карда мешавад. Натиҷаҳои андозагирӣ ҷамъбаст карда дар ҷадвал 9 оварда шуда аст.

Маълумоти дар ҷадвали 9 овардашуда нишон медиҳад, ки проблемаи ҳифзи насли оянда аз таъсири зараровари афканишоти ионофар таҳқиқ ва арзёбии ҳамаҷонибаро тақозо мекунад. Маълум аст, ки оқибатҳои таъсири радон ба бадани кӯдак нисбат ба калонсолон хеле баландтар аст, зеро ҳангоми нафаскашии маҳсулоти таҷзияи радон, дозаи шуоҳурӣ дар бронхҳо ба таври назаррас ба синну сол саҳт вобаста аст, ки ҳангоми синну сол коҳиш меёбад ва вояи максималӣ дар вақти синну соли тақрибан 6 сола ба вуҷуд меояд.

Ҷадвали 9. - Нишондиҳандаҳои фаъолнокии ҳаҷмӣ радон дар ҳавои биноҳои истиқоматӣ ва биноҳои муассисаҳои таълимии томақтабӣ ва мактабии шаҳри

#### Истиқлол

№ п/п	Муассиса, суроға	Масолеҳи бино ва соли сохтани он	ТДЭ, мкЗв/соат	ФҲ радон, Бк/м <sup>3</sup>	ЭМФҲ радон, Бк/м <sup>3</sup>
1	Мактаби миёна №1	битон, 1951	0.16	43	17.2
2	Мактаби миёна №2	Битон	0.14	37	14.8
3	Мактаби миёна №3	хишт,	0.14	25	10.0
4	Мактаби миёна №4	хишт, 1950	0.15	144	58
5	Мактаби миёна №5	санг, 1948	0.15	150	60
6	Мактаби миёна №6	хишт,	0.15	52	20.8
7	Бинои боғчаи кудакона №3	хишт, 1990	0.19	37	14.8
8	МД омузишгоҳи касбӣ-техникӣ	санг, 1946	0.13	259	103.6

Бо мақсадҳои профилактикӣ ҳавотозакунии ҳатмии даврагии муассисаҳои томақтабӣ ва мактабҳоро тавсия карда шавад.

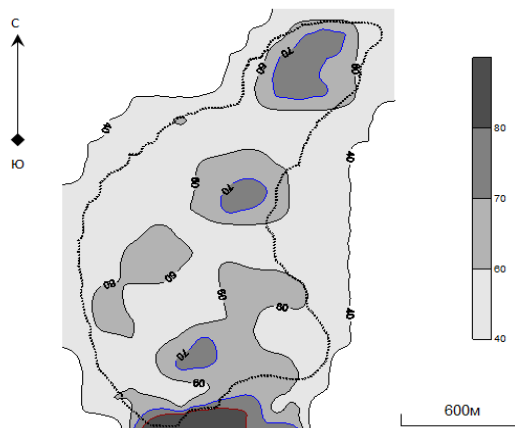
### 3.3. Мониторинги радиологӣ маҳфузгоҳи деҳаи Адрасмони Ҷумҳурии Тоҷикистон

Шиддати табиӣ гамма афканишот дар минтақаи маҳфузгоҳи №2 табиатан аз 0.25-0.40 мкЗв/соат барои порфирҳои гранитӣ ва дигар навъҳои ҷинсҳо

то 0.24-0.28 мкЗв/соат барои порфирҳои андезитӣ ва андезити-датситовӣ кам мешавад. Арзиши миёнаи заминавии ТДЭ гамма-радиатсия, ки аз 80 ченкунӣ муайян карда мешавад, барои минтақаи маҳфузгоҳ  $0,38 \pm 0,02$  мкЗв/соат аст. Арзиши ниҳонии замина  $0,42$  мкЗв/соатро ташкил медиҳад. Микдори ҳадди воҷи гамма афканишот, ки ба воситаи он ареалӣ олудашавии радиоактивӣ муайян карда мешавад,  $0,62$  мкЗв/соат аст.

Тавоноии дозаи эквивалентии гамма афканишот ва тақсимооти фазоии он дар ҳудуди наздики он дар харита нишон дода шудааст. (расми 7).

Шабакаи гидрохимиявии маҳфузгоҳи № 2 аз чашмаҳо ва чӯйборҳо иборат аст, ки ба минтақаи чамбоварии оби дарёи кӯҳии Қаромазор-сой дохил мешаванд. Дар ҳудуди маҳфузгоҳ чоҳҳои мушоҳидавӣ вуҷуд надоранд ва таъсири маҳфузгоҳ ба сифати обҳои рӯизаминӣ ва зеризаминӣ аз рӯи натиҷаҳои намунагирӣ аз чӯйборҳо, чашмаҳо ва чӯйҳои аз рельеф поёнтар ва дар паҳлӯи маҳфузгоҳҳо ҷойгиршуда баҳо дода мешавад.



Расми 7. - Харитаи гамма майдони маҳфузгоҳи №2 дар деҳаи Адрасмон.

### 3.4. Мониторинги радон дар ҳудуди ноҳияи Ҷ. Расулови Ҷумҳурии Тоҷикистон

Қиматҳои фаъолнокии ҳаҷмӣ радон дар оби ошомиданӣ ва ҳавои биноҳои истиқоматии ноҳияи Ҷаббор Расулови Ҷумҳурии Тоҷикистон муайян карда шуданд.

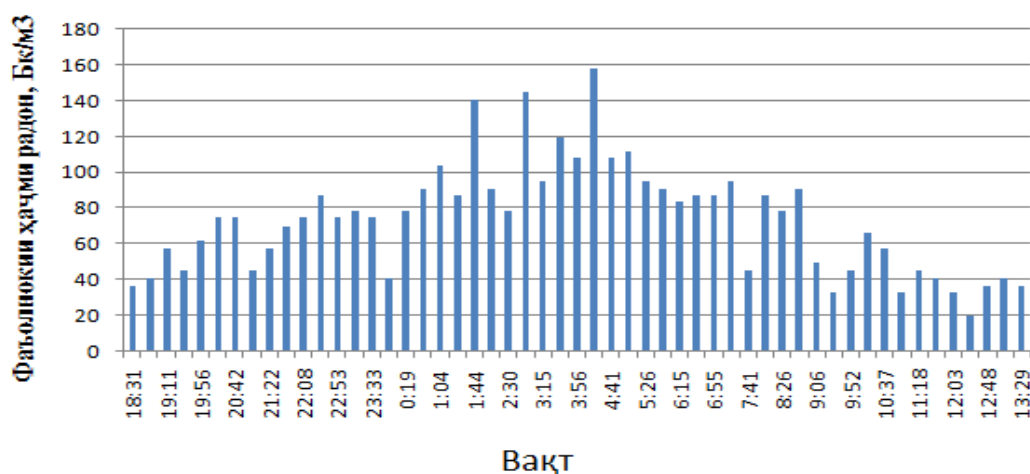
Мувофиқи маълумоти Комиссияи байналмилалӣ муҳофизати радиатсионӣ (КБМР), ба ҳисоби миёна инсон 80% вақти худро дар дохили бино мегузаронад фаъолнокии ҳаҷми (ФҲ) радон дар ҳавои беруна аз 10 то 40 Бк/м<sup>3</sup> мебошад аз ин рӯ, саҳми асосӣ дар таъсири шуоҳури бо радон дар дохили бино мебошад.

Андозагирии фаъолнокии ҳаҷми радон бо истифода аз радиометри радон тамғаи “РРА-01М-03” дар фасли тобистон дар ҳуҷраҳои гуногун гузаронида шуд.

Расм гистограммаи 8 (шароити 1 – толор, дари ҳуҷра бевосита ба кӯча кушода мешавад, ошёнаи 1) ФҲ-и радонро дар ҳавои ҳуҷрае, ки дари он бевосита ба кӯча кушода мешавад, тавсиф мекунад. Натиҷаҳои ченкунии ФҲ-и радон дар ҳуҷраи №1 дар расм-гистограммаи 8 нишон дода шудаанд.

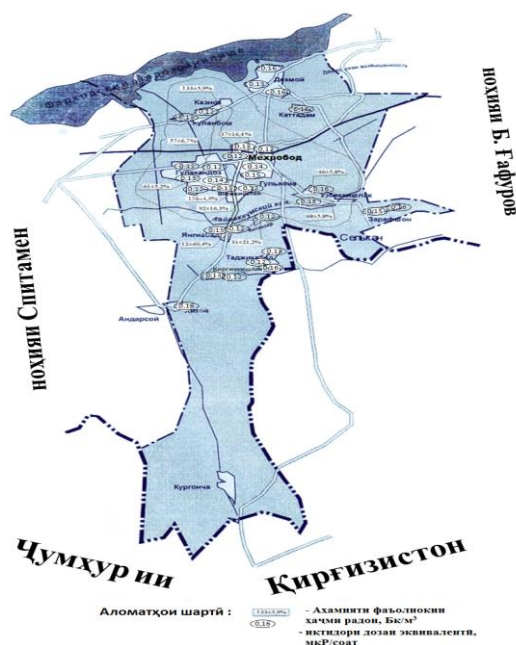


Дар расм-гистограммаи 8 гистограммаи андозагирии фаъолияти ҳаҷмӣ (ФХ) радон дар ҳавои хучра (хучраи 1)- ин толорест, ки дари он бевосита ба кӯча кушода мешавад, хучра дар ошёнаи якум ҷойгир аст нишон дода шуда аст.



Расм гистограммаи 8. - Тағйирёбии шабонарузии қимати фаъолнокии ҳаҷми радон дар (утоқи №1).

Мутаносибан, натиҷаҳои муайян кардани қимати фаъолнокии ҳаҷми радон дар оби нушакӣ ва ҳавои биноҳои истиқоматии ҳудуди ноҳияи Ҷаббор Расулови Ҷумҳурии Тоҷикистон чун харита оварда шуда аст (расми 9).



Расми 9. – Фаъолнокии ҳаҷми радон дар ҳаво ва иқтидори дозаи эквивалентӣ (ИДЭ) дар ҳудуди ноҳияи Ҷ. Расулови Ҷумҳурии Тоҷикистон.

Ҳамин тариқ, мо метавонем ба хулосае биёем, ки арзишҳои фаъолнокии ҳаҷми радон дар ҳавои биноҳои азназаргузаронидашуда 20-158 Бк / м³ мебошанд, яъне онҳо аз арзиши ҳадди барои биноҳои истифодашаванда (200 Бк / м³) паст мебошанд. Агар сатҳи зери бино бо бетони ғафсиаш 10 сантиметр

пушонда шавад, роҳҳои аз замин дохил шудани радон ба хона баста мешаванд, ки ин концентратсияи радонро дар ҳавои ин биноҳо ва хонаҳо ду баробар кам мекунад. Дар фасли тобистон, дар ҳеҷ як нуқтаи ченкунии тадқиқшуда нишондиҳандаҳо аз арзишҳои меъерии мавҷудаи фаъолнокии ҳаҷмии мувозинати эквивалентӣ, ки  $200 \text{ Бк/м}^3$  муқаррар шудааст, зиёд мушоҳида намешуд.

Дар маҷмӯъ метавон хулоса кард, ки нишондиҳандаҳои иқтисодии радонӣ дар минтақа мӯътадил буда, ба саломатии аҳолии дар минтақа истиқоматкунанда таъсири манфӣ намерасонанд, ки дар рушди минбаъдаи иқтисодӣ ва иҷтимоии ин минтақа ба назар гирифтани муҳим аст.

### 3.5. Тадқиқоти мавҷудияти гази радон дар ҳавои атмосферӣ ва биноҳои истиқоматии шаҳри Душанбе.

Дар ҳудуди шаҳри Душанбе дар 12 нуқта, ки дар биноҳои истиқоматӣ ва ҷамъиятӣ, ки 18 детектори изӣ (трек)- и гузошта санҷида шуд. Муҳлати экспозитсия, ки 3.5 моҳро (дар мавсими тобистон) ташкил менамояд гузаронида шуд. Пас аз экспозитсия, детекторҳо ба лабораторияи истеҳсолкунандаи онҳо фиристода шуданд, то ки дар детектори изӣ нишондодҳои ҷамъшударо ҳисоб кунанд ва миқдори радон муайян карда шуданд. Ҳангоми ченкуни ва ҳисоб намудани миқдори радон параметрҳои зерин низ чен карда шуданд, ки аз инҳо иборатанд: хоки зери биноҳо, масолеҳи бинокорӣ, басомади вентилятсия, навҳои хонаҳо, ҳаҷми хонаҳо, фони радиатсионӣ ва дигар параметрҳо.

Дар ҷадвали 10 ва 11. натиҷаҳои умумии муайянкунии фаъолнокии ҳаҷми радон (ФҲР) дар нуқтаҳои гуногуни шаҳри Душанбе оварда шудаанд.

#### Ҷадвали 10. Мавҷудияти (аҳамияти фаъолнокии ҳаҷм) - и радон дар ҳавои биноҳои шаҳри Душанбе.

Рақам и детектор	Ҷойи насби детектор		Фони радиатсионӣ мкЗв/с	Санаи насби детекторҳо	Санаи ҷамоварии детекторҳо	Вақти экспозитсия, соат	Концентратсияи миёнаи (фаъолнокии ҳаҷм) -и радон дар ҳавои бино $\text{Бк/м}^3$
	Арз	дарозӣ					
RN01	38.559124°	68.763947°	0,14	28.04.16	15.08.16	2616	74
RN02	38.557673°	68.857089°	0,16	28.04.16	15.08.16	2616	250
RN03	38.557673°	68.857089°	0,15	28.04.16	15.08.16	2616	270
RN04	38.579955°	68.737733°	0,14	28.04.16	15.08.16	2616	36
RN05	38.587521°	68.735428°	0,15	28.04.16	15.08.16	2616	44
RN06	38.508283°	68.731283°	0,15	28.04.16	15.08.16	2616	38
RN07	38.604710°	68.790630°	0,16	28.04.16	15.08.16	2616	110
RN08	38.597096°	68.782022°	0,15	28.04.16	15.08.16	2616	38
RN09	38.569592°	68.796984°	0,14	28.04.16	15.08.16	2616	41
RN10	38.552729°	68.748758°	0,12	28.04.16	15.08.16	2616	110
RN11	38.559330°	68.844913°	0,16	28.04.16	15.08.16	2616	110

RN12	38.563601°	68.800160°	0,14	28.04.16	15.08.16	2616	61
------	------------	------------	------	----------	----------	------	----

Дар асоси натиҷаҳои ченкунии, мо метавонем хулоса барорем, ки дар биноҳои таҳқиқшуда аз меъри муқараргардидаи ЭМФХ (200 Бк/м<sup>3</sup>) барои биноҳои қаблан сохташуда зиёд набуданд ва миқдори радон дар онҳо дар ҳудуди 36 то 270 Бк/м<sup>3</sup> бақайд гирифта шудаанд ба истиснои RNO<sub>2</sub> ва RNO<sub>3</sub>, ки дар таҳхонаҳои ҳавоивазнашаванда муайян карда шудаанд. Яъне сабаби зиёд шудани миқдори радон набудани вентилатсияи (ҳавоивазшавӣ) биноҳо мебошад.

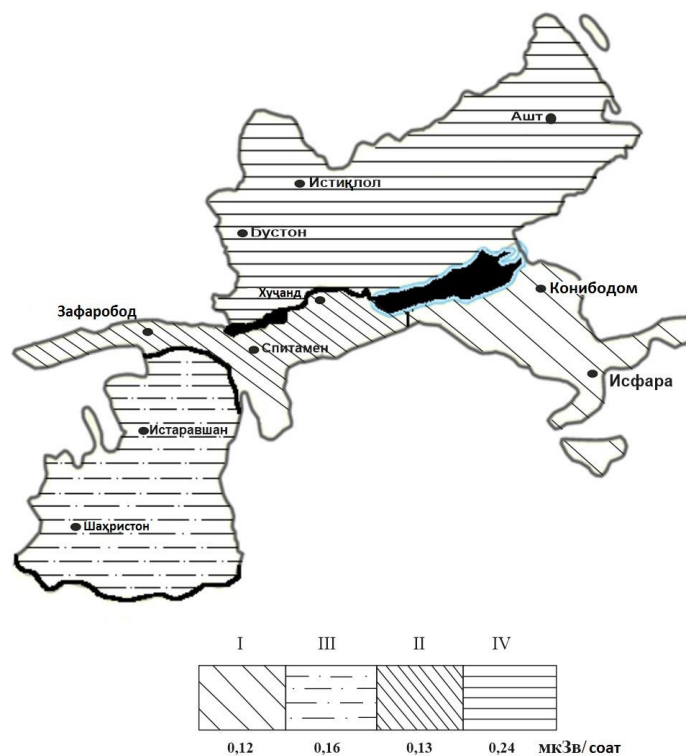
Дар асоси арзишҳои ҷадвали 11 метавон хулоса кард, ки миқдори миёнаи радон дар ҳавои атмосфераи Душанбе паст буда, ба 40-50 Бк/м<sup>3</sup> баробар аст.

### Ҷадвали 11. Мавҷудияти (аҳамияти фаъолнокии ҳаҷм) - и радон дар ҳавои атмосфераи шаҳри Душанбе.

Рақам и детектор	Нуқтаи насби детектор		Фони радиатсионӣ мкЗв/соат	Санаи насби детекторҳо	Санаи ҷамоварии детекторҳо	Вақти-экспозитсия, соат	Концентрация миёнаи (фаъолнокии ҳаҷм) -и радон дар ҳавои бино Бк/м <sup>3</sup>
	арз	дарозӣ					
RNO-01	38.559526°	68.764849°	150	28.04.16	15.08.16	2616	15
RNO-02	38.557463°	68.856932°	160	28.04.16	15.08.16	2616	27
RNO-03	38.604483°	68.790652°	150	28.04.16	15.08.16	2616	74
RNO-04	38.506446°	68.731859°	160	28.04.16	15.08.16	2616	50
RNO-05	38.596948°	68.782125°	150	28.04.16	15.08.16	2616	42
RNO-06	38.558897°	68.844904°	150	28.04.16	15.08.16	2616	58

### 3.6. Фони умумии радиатсионии ҳавзаи дарёи Сирдарё дар ҳудуди Ҷумҳурии Тоҷикистон

Аз сабаби фарогирии васеи қаламрави таҳқиқшаванда, кор дар тӯли солҳои 2019-2022 дар якҷанд марҳила анҷом дода шуд. Дар ҳудудҳои аҳолинишин, ки дар соҳили чапи дарёи Сирдарё то нишебҳои шимолии куҳҳои Туркистон, аз ноҳияи Исфара то сарбанди Бекобод воқеъ гардидаанд, ченкунии фони радиатсионӣ гузаронда шуд. Ғайр аз ин, мониторинги радиатсионии ҳавои маҳалҳои аҳолинишини соҳили рости дарёи Сирдарё аз қисми шарқии ноҳияи Ашт то канори ғарбии ноҳияи Мастчоҳ, аз ҷумла куҳҳои Қурамин низ гузаронида шуд. Натиҷаҳои ченкунии фони умумии радиатсионии ин ҳудудҳо ба шакли расм дар расми 10 оварда шудаанд.



Расми 10. – Харитаи умумии радиологӣи шимоли Тоҷикистон.

Мувофиқи натиҷаҳои ченкунии мо, ба истисноӣ баъзе ҷойҳои маҳаллӣ, фони умумии радиатсионӣ дар ҳавзаи дарёи Сирдарё дар маҳалҳои аҳолинишини шимоли Тоҷикистон дар доираи меъёрҳои ҳадди санитарӣ буда, барои аҳолии дар ин ҳудудҳои зикргардида зиндагикунанда хатар надорад. Фони миёнаи арифметикии радиатсионӣ барои минтақаҳои мувофиқ чунин аст:

I – 0,12 мкЗв/соат; II – 0,16 мкЗв/соат; III – 0,13 мкЗв/соат; IV – 0,24 мкЗв/соат.

Мутаносибан, чи тавре ки дар расми 10 нишон дода шудааст, арзишҳои фони умумии радиатсионӣ дар ҳудуди соҳили чапи дарёи Сирдарё ноҳияҳои Исфара, Конибодом, Шахристион, Деваштич, Б. Ғафуров, Истаравшан, Зафаробод, Спитамен, Ҷ. Расулов ва дар ҳудуди шаҳрҳои Гулистон ва Бӯстон дар ҳудуди 0,09-0,21 мкЗв/соат ҷойгир шуда, дар ҳудуди ноҳияи Конибодом дар деҳаҳои Лохутӣ, Маҳрам, Кучкак ва Маданият ҳадди ақали фони радиатсионӣ (0,08-0,12 мкЗв/соат) ба қайд гирифта шудааст, дар ҳудуди Шахристион (деҳаҳои Кимкул ва Ҷар-қурғон) ва Деваштич (деҳаҳои Метк, Даҳкат ва Калининобод) ҳадди максималии фони радиатсионӣ (0,21 мкЗв/соат) ба қайд гирифта шудааст. Дар соҳили рости дарё ин арзишҳо аз 0,13 то 0,36 мкЗв/соат (ноҳияи Ашт, деҳаи Қамиш-Қурғон) ва то 0,51 мкЗв/соат (деҳаи Адрасмон, резиши камбинат) баробар мебошанд.

## МУҲОКИМАИ НАТИҶАҶО

Партовҳои баррасишавандаи урандор аз ҷиҳати радиоактивӣ суфт фаъоланд, метавонанд коркард шуда бо бадаст овардани оксиди уран (VI) – диуран (V) ( $U_3O_8$ ). коркард карда шаванд.

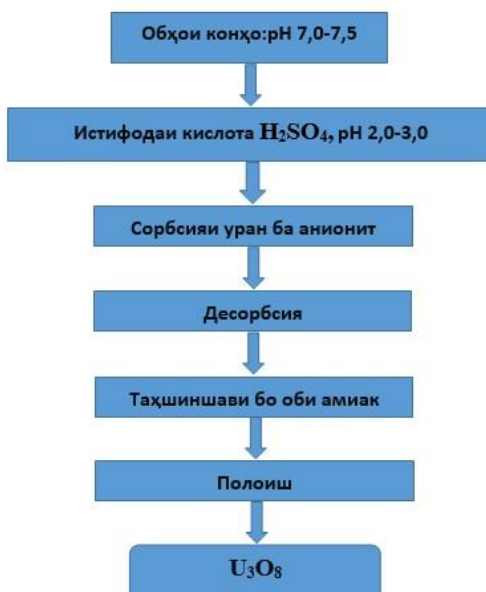
Ҳангоми коркарди партовҳои урандор марҳилаҳои майда кардан, суфттан, ғафс кардан ва ғайра кам карда мешаванд. Ҳосили уран зиёда аз 90% ро ташкил медиҳад. Барои зиёд кардани истихроҷи уран аз партовҳои истихроҷи уран параметрҳои оптималӣ муайян карда шудаанд.

Хусусиятҳои обҳои техникӣ ва маъдани аз партовҳои конҳои уран омӯхта шудаанд. Хусусиятҳои обҳои техникӣ ва маъдани кони Киик-Тол ва маҳфузгоҳи шаҳри Табошар нишон доданд, ки аз онҳо ҷудо кардани оксиди уран (VI) - диуран (V) ( $U_3O_8$ ) ба мақсад мувофиқ аст.

Сабабҳои истихроҷи ками ҷузъҳои фойданок дар маҳфузгоҳи Муассисаи давлатии «Тоҷикредмет» бо усули классикии истихроҷи уран бо роҳи ишқоронӣ омӯхта шуданд.

Параметрҳои кинетикии таҷзияи моддаҳои урандори маҳфузгоҳи «Харитаи 1—9» (Бустон) бо кислотаи сулфат омӯхта шуданд. Механизми таҷзияи кислотаи сулфати шусташавии маводи дорои уран ошкор ва усулҳои оптималии истихроҷи уран дар шакли оксиди уран (VI) - диуран (V) ( $U_3O_8$ ) интихоб карда мешаванд.

Блок-схемаи асосии коркарди партовҳои дорои урани дар маҳфузгоҳҳо нигоҳ дошташуда, инчунин схемаи ҷудо кардани уран аз обҳои саноатӣ ва маъдани партовҳои истеҳсоли пештараи уран, аз ҷумла марҳилаҳои: туршонидан бо кислотаи сулфат, сорбсияи уран дар анион, десорбсия, тақшиншавӣ бо оби аммиак, филтратсия, ба даст овардани  $U_3O_8$  таҳия карда шуда аст, ки дар расми 11 нишон дода шудааст.



Расми 11. Диаграммаи блоки схематикии чараёни истихроҷи  $U_3O_8$  аз обҳои кон (дар анионити сорбенти АМ(p)).

Дар маҷмӯъ, ин кор коркарди маъданҳои уран ва партовҳои уран, мониторинги хатари радонӣ дар қаламрави Тоҷикистонро баррасӣ мекунад, аз ин рӯ, кор аз рӯи 2 ихтисос Технологияи моддаҳои ғайриорганикӣ ва Экология (соҳаи илмҳои техникӣ) пешниҳод шудааст.

Дар ин кор коркарди мухтасари маъданҳои уран ва партовҳои урандор дар Тоҷикистон, коркарди обҳои захбурӣ ва техникаи дорои уран ва мониторинги радон дар мавзӯҳои мероси уран ба таври муфассал тавсиф шудааст. Тавсифи мухтасари радон ва таъсири он ба организми инсон, инчунин натиҷаи мониторинги радиационию-гигиенӣ дар объектҳои мероси уран оварда шудааст.

Омӯзиши сифати оби дарёҳои Тоҷикистон таваҷҷӯҳи хоса дорад. Омӯхтани сифати оби дарёҳои Вахш, Варзоб, Зарафшон ва Сирдарё пешбинӣ карда шудааст. Мушоҳидаҳои пешакӣ нишон медиҳанд, ки дар фасли тирамоҳ миқдори калсий ва магний дар оби дарёҳо зиёд мешавад. Таркиби оксиген, нитроген, хлор ва баъзе дигар элементҳои маҳлул бо тағйирёбии ночиз амалан бетағйир мемонанд.

Усулҳои тоза кардани радионуклидҳо аз обҳои чоҳи ва захбурӣ бо ёрии сорбентҳои гуногун кор карда баромада мешаванд. Оид ба истифодаи микрорегел дар асоси пусти офтобпараст ҳамчун сорбент барои тоза кардани обҳои урандор таҷрибаҳои пешакӣ гузаронда мешаванд.

Мониторинги радонии минтақаҳои назди маҳфузгоҳҳо таваҷҷӯҳи хоса дорад. Дар назар дошта шудааст, ки харитаҳои радонӣ дар атрофи маҳфузгоҳи тартиб дода шаванд. Барои муайян кардани таркиби химиявӣ минералогии маъданҳо ва партовҳои уранӣ, омӯхтани таъсири онҳо ба муҳити зист, чен кардани радон дар объектҳои гуногун усулҳои таҳлили химиявӣ кор карда баромада шудаанд.

Дар ин рисола арзёбии таъсири радионуклидҳо ҳангоми коркарди маъданҳои уран ва партовҳо оварда шудааст. Усули мониторинги минтақаҳои дорои миқдори зиёди радионуклидҳо таҳия шудааст.

Барои паст кардани сатҳи радон дар дохили биноҳои истиқоматӣ дар як қатор минтақаҳои ҷумҳурӣ тавсияҳо таҳия шудаанд.

Кор асосан дар заминаи Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиационӣ ва ядроии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон тибқи лоиҳаи давлатии «Асосҳои физикию-химиявӣ ҷудо кардани концентратҳои уран аз маъданҳо ва партовҳо» ГРН 0120 ТҶ 01030, ва «Таҳқиқоти радиоэкологӣ дар маконҳои дорои радионуклидҳо» ГРН 0120 ТҶ 01031 ва «Лоиҳаи ҳамкории минтақавии техникаи АБНА RER 9153 - Тақвияти иқтисодии минтақавӣ барои назорати хатарҳои дарозмуддат ба аҳоли аз сабаби радон дар хонаҳо ва ҷойҳои корӣ (2018) 2020)»

Корҳои таҷрибавӣ дар таҷрибаҳои мувозӣ ва таҳлили химиявӣ якҷанд намунаҳо, инчунин ченкунии радон дар дохили бино бо истифода аз навтарин дастгоҳҳои таҷрибавӣ РРА-01М, детектор-«Radtrak», дозиметрҳои ДКС-АТ1123, ДКС-91, ТЛД - "Harshav- 4500 гузаронида шуданд», дереватограф — «Labsys Evo-1600», фотометри аловии «М-420» ва ғайра.

Ҳамин тариқ, заминаи технологии коркарди маводҳо ва партовҳои дорои уран таҳия шуда, арзёбии хатари радиатсионӣ ҳангоми коркарди маводҳои дорои уран ва хатари радони баъзе қаламрави Тоҷикистон дода шуда, муҳочирати радионуклидҳо дар муҳити атроф омукта шудаанд.

Аҳамияти кор аз он иборат аст, ки натиҷаҳо барои гузарондани корҳои таҷрибавӣ ва гирифтани намунаҳои  $U_3O_8$  бо ташкили минбаъдаи пойгоҳи барои гирифтани  $U_3O_8$  мебошад.

Маълумоте, ки дар ин кор ба даст омадааст, барои муайян кардани минтақаи санитарӣ ҳангоми коркарди партовҳои маҳфузгоҳҳои уран истифода шудааст.

## ХУЛОСА

### 1. *Натиҷаҳои асосии тадқиқот.*

1) Арзёбӣ ва таҳлили сарчашмаҳои адабиёт оид ба ҳолати коркарди маъданҳои уран ва партовҳои уран, бехатарии радиатсионӣ ва мониторинги радон дар объектҳои меросии уран оварда шудааст [1-М, 6-М, 8-М, 13-М, 18-М, 20-М, 22-М, 24-М, 34-М].

2) Хусусиятҳои коркарди маъданҳои уран ва партовҳои урандори саноати уранӣ омӯхта шудааст. Арзёбии термодинамикии коркарди партовҳои «Харитаи 1-9» дар шаҳри Бустон дода шудааст [15-М, 21-М, 23-М, 28-М].

3) Хатҳои кинетикии истихроҷи уран аз партовҳои саноати урани «Харитаи 1-9» дар шаҳри Бустон дар диапазони ҳарорати 293—353 К тадқиқ карда шуданд. Энергияи фаъолагии ҷараён ва вобастагии суръати реаксия аз ҳарорат ва давомнокии ҷараён муайян карда шуд. Қимати ададӣ  $E_{фаъ.} = 6.0$  кҶ/мол, ин нишон медиҳад, ки раванд дар минтақаи диффузия рух медиҳад [7-М, 11-М, 16-М, 17-М].

4) Таркиби химиявӣ минералогии маъдани урандори кони “Танзим” бо усулҳои зерин омукта шуд: рентгенофазавӣ, дифференциалию-термикӣ, алфа ва гамма-спектрометрӣ, рентгении спектралӣ флуоресентӣ ва параметрҳои оптималии коркарди маъданҳои урандор дар ин кон муайян карда шуда аст [10-М, 25-М].

5) Қиматҳои хусусиятҳои термодинамикӣ ҳисоб карда шуда, баланси моддӣ барои таҷзияи кислотаи сулфати маъданҳои дорои урани кони “Танзим” ҳисоб карда шудааст [2-М, 10-М].

6) Саҳми манбаҳои гуногуни радиатсионӣ ба дозаи инфиродии самараноки солонаи радиатсионии аҳолии деҳаи Адрасмон ва ноҳияи назорати Ҷ Расулов нишон дода шудааст. Муайян карда шудааст, ки аз ҳисоби изотопҳои радон, озӯқаворӣ ва шуоъҳои беруна дозаи самарабахши солонаи радиатсия барои аҳолии деҳаи Адрасмон назар ба минтақаи назоратии ноҳияи Ҷ Расулов хеле зиёд мебошад [12-М].

7) Мониторинги радиоэкологии маъданҳои минералии Тоҷикистон гузаронида шудааст. Нишон дода шудааст, ки аз руи нишондиҳандаҳои радиоэкологӣ қариб ҳамаи маъданҳои минералии кишварамон дар ҳудуди меъёрҳои

санитарӣ мувофиқанд. Тавоноии дозаи экспозитсионӣ (ТДЭ) дар доираи 0.14-10.25 мкЗв/соат аст [19- М, 32-М].

8) Мониторинги радионуклидии масолеҳи сохтмони кишвар гузаронида шуд. Ба масолеҳи сохтмонӣ доираи васеи ҷаҳлияти радионуклидҳои табиӣ (РНТ) хос аст. Дар масолеҳу маснуоти сохтмонӣ истисно ё кам кардани ҳиссаи ашъёи хоми хеле ҷаҳл нишон дода шудааст [9- М, 33-М].

9) Мониторинги радон дар минтақаҳои гуногуни кишвар бо тартиб додани харитаҳои радиологӣ-гигиенӣ гузаронида шудааст. Миқдори миёнаи радон дар минтақаҳои таҳқиқшуда муқаррар карда шудааст, ки дар доираи ҳудуди меъёрҳои санитарӣ буда, аз 40.0 то 120.0 Бк/м<sup>2</sup> мебошад [1-М, 3-М, 4-М, 5- М, 14- М, 22- М, 27- М, 29- М, 30-М, 31-М].

## **2. Тавсияҳо барои истифодаи амалии натиҷаҳо:**

- технологияи таҳияшудаи коркарди маъданҳо ва партовҳои дорои уран барои истифодабурдан барои ба даст овардани концентратҳои уран тавсия дода мешавад ва ба Муассисаи давлатии «Тоҷредмет» дода мешавад;

натиҷаи кори мониторинги радон ба муассисаҳои таълимии минтақаҳои дахлдори ҷумҳури пешниҳод карда мешавад;

-натиҷаҳои ҷенкунии радиоэкологӣ ба ҳукуматҳои минтақаҳои дахлдори ҷумҳури хангоми гузаронидани корҳои дахлдор тавсия карда мешаванд;

-натиҷаҳои баҳодиҳии мавҷудияти радионуклидҳо дар маъданҳои минералӣ ва масолеҳи сохтмонӣ ба Саридораи геологияи назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон ва инчунин ба Кумитаи меъмори ва сохтмонӣ назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон дода мешаванд.

## **РҶҲАТИ НАШРҲО ДАР МАВЗУИ ДИССЕРТАТСИЯ**

***Мақолаҳо, ки дар маҷаллаҳои илмӣ тавсиянамудаи ҚОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон нашршуда:***

[1-М]. **Бахронов, С. М.** Радоновый мониторинг на территории Дж. Расуловского района Республики Таджикистан / И. У. Мирсаидов, Х. М. Назаров, Б. Д. Бобоев, К. А. Эрматов, А. Адхамов, М. З. Ахмедов, С. М. Бахронов // Доклады АН Республики Таджикистан. - 2017. - Т. 60. - № 1 (166). - С. 88-93.

[2-М]. **Бахронов, С. М.** Физико-химические основы переработки урановых руд сернокислотным разложением / С. К. Ходжиев, М. С. Пулатов, С. В. Муминов, С. М. Бахронов, М. З. Ахмедов, У. М. Мирсаидов // Доклады АН Республики Таджикистан. - 2017. - Т. 60. - № 5-6. - С. 247-250.

[3-М]. **Бахронов, С. М.** Исследование содержания радона в атмосферном воздухе и в жилых помещениях города Душанбе Республики Таджикистан / И. У. Мирсаидов, Ф. А. Хамидов, Б. Б. Баротов, С. В. Муминов, С. М. Бахронов, А. М. Баротов // Доклады АН Республики Таджикистан. - 2017. - Т. 60. - № 7-8. - С. 362-365.

[4-М]. **Бахронов, С. М.** Оценка радоноопасности Б. Гафуровского района Республики Таджикистан / Х. М. Назаров, К. А. Эрматов, С. В. Му-



минов, С. М. Бахронов, И. У. Мирсаидов // Доклады АН Республики Таджикистан. - 2017. - Т. 60. - № 9. – С. 452-455.

[5-М]. Бахронов, С. М. Содержание радона в воздухе Спитаменского района Республики Таджикистан / Х. М. Назаров, Б. Д. Бобоев, К. А. Эрматов, С. М. Бахронов, С. В. Муминов // Доклады АН Республики Таджикистан. - 2018. - Т. 61. - № 3. – С. 293-295.

[6-М]. Бахронов, С. М. Оценка потенциальной радиационной опасности бывших урановых объектов для населения г. Истиклол Республики Таджикистан / Х. М. Назаров, К. А. Эрматов, Дж. А. Саломов, С. М. Бахронов, У. М. Мирсаидов // Радиационная гигиена. - 2018. – Т. 11. - № 2. – С. 83-89.

[7-М]. Бахронов, С. М. Кинетика выщелачивания урансодержащих руд месторождения «Центральный Таджикистан» / С. К. Ходжиев, Х. М. Назаров, С. М. Бахронов, У. М. Мирсаидов // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2018. – Т. 61. - № 4. – С. 388-391.

[8-М]. Бахронов, С. М. Оценка потенциальной радиационной опасности хвостохранилища Дигмай (Таджикистан) для населения, проживающего вокруг него / Х. М. Назаров, К. А. Эрматов, С. М. Бахронов, С. Г. Мухамедова, У. М. Мирсаидов // Радиационная гигиена. – 2019. – Т. 12. - № 1. – С. 115-121.

[9-М]. Бахронов, С. М. Радионуклиды в строительных материалах Таджикистана / С. М. Бахронов // Доклады НАН Таджикистан. – 2022. – Т. 65. - № 5-6. – С. 378-384.

[10-М]. Бахронов, С. М. Термодинамический анализ протекающих процессов при разложении урансодержащих руд месторождения «Танзим» / С. М. Бахронов, М. Д. Бобоёров, Б. Б. Баротов, А. Мирзоев, И. Мирсаидзода // Доклады НАН Таджикистан. – 2022. – Т. 65. - № 9-10. – С. 653-657.

[11-М]. Бахронов, С. М. Термодинамический анализ сернокислотного разложения отходов урановой промышленности на территории «Карта 1-9» г. Бустон / С. М. Бахронов, М. З. Ахмедов, М. Д. Бобоёров, А. Мирзоев, И. Мирсаидзода // Доклады НАН Таджикистан. – 2023. – Т. 66. - № 1-2. – С. 97-102.

[12-М]. Бахронов, С. М. Радиологический мониторинг хвостохранилищ посёлка Адрасман Республики Таджикистан / М. М. Хакдодов, С. М. Бахронов, Ф. З. Шафиев, Ф. А. Хамидов // Водные ресурсы, энергетика и экология. - 2023. – Т. 3. - № 2. – С. 115-122.

*Мақолаҳое, ки дар конфронси илмии ҷумҳуриявӣ ва байналмиллалӣ  
нашр гардидаанд:*

[13-М]. Бахронов, С. М. Радиологический мониторинг хвостохранилищ Таджикистана и выделение уранового концентрата из отходов урановой промышленности / У. М. Мирсаидов, Ф. А. Хамидов, С. М. Бахронов, С. В. Муминов // Международная научная конференция «Сахаровские чтения 2017 года: экологические проблемы XXI века». - Минск, Республика Беларусь, 2017. - Ч. 2. – С. 96.

[14-М]. Бахронов, С. М. Радоновый мониторинг некоторых районов Таджикистана / К. А. Эрматов, С. М. Бахронов, С. В. Муминов // XIV Нума-

нов-ские чтения «Вклад молодых учёных в развитие химической науки». – Душанбе, 2017. – С. 62-63.

[15-М]. **Бахронов, С. М.** Выделение урановых концентратов из сырьевых материалов Таджикистана / Ф. А. Хамидов, Б. Б. Баротов, С. М. Бахронов, У. М. Мирсаидов // II Международная научно-практическая конференция «Роль молодых учёных в развитии науки, инноваций и технологий». – Душанбе, 2017. – С. 71-72.

[16-М]. **Бахронов, С. М.** Термодинамические свойства актиноидов, полученных из урановых концентратов Таджикистана / Ф. А. Хамидов, С. В. Муминов, С. М. Бахронов, И. У. Мирсаидов // II Международная научно-практическая конференция «Роль молодых учёных в развитии науки, инноваций и технологий». - Душанбе, 2017. - С. 77-79.

[17-М]. **Бахронов, С. М.** Физико-химические основы получения урановых концентратов из местных сырьевых материалов Таджикистана / У. М. Мирсаидов, Ф. А. Хамидов, С. М. Бахронов, С. В. Муминов, И. У. Мирсаидов // Международная научная конференция «Сахаровские чтения 2017 года: экологические проблемы XXI века». - Минск, Республика Беларусь, 2017. - С. 96-97

[18-М]. **Бахронов, С. М.** Мониторинг водной миграции урана и радона / К. А. Эрматов, И. У. Мирсаидов, Х. М. Назаров, С. М. Бахронов, У. М. Мирсаидов // Международная конференция «Сахаровские чтения 2018 года: экологические проблемы XXI века». - Минск, Республика Беларусь, 2018. – Ч. 2. – С. 246.

[19-М]. **Бахронов, С. М.** Радиоэкологический мониторинг фосфоритных руд Таджикистана / С. М. Бахронов, Б. Б. Баротов, У. М. Мирсаидов // Международная научно-техническая конференция «Современное состояние и перспективы развития производства фосфорсодержащих удобрений на основе фосфоритов центральных Кызылкумов и Каратау». - Ташкент, Республика Узбекистан, 2018. – С. 13-14.

[20-М]. **Бахронов, С. М.** Uranium legacy sites of the former soviet union in Tajikistan: problems and the way forward / U. Mirsaidov, S. Bahronov // Международная конференция URAM-2018. – Вена, Австрия, 25-29 июня 2018. PosterSession, Track11.Tailings and waste management.

[21-М]. **Бахронов, С. М.** Вторичная переработка отходов урановой промышленности Таджикистана / М. Д. Бобоёров, С. М. Бахронов, И. У. Мирсаидов, Х. М. Назаров, У. М. Мирсаидов // XIV Международная научно-техническая конференция «Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2018)». – Уфа, 2018. – Т. 1. – С. 14-17.

[22-М]. **Бахронов, С.М.** Общий анализ результатов проведения радонового мониторинга в северном Таджикистане / К. А. Эрматов, С. М. Бахронов, С. В. Муминов, Х. М. Назаров, У. М. Мирсаидов // XIV Международная научно-техническая конференция «Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2018)». –Уфа, 2018. – Т. 1. – С. 259-263.

[23-М]. **Бахронов, С. М.** Отходы урановой промышленности Таджикистана - перспективное сырьё для получения уранового концентрата / М. Д.

Бобоёров, С. М. Бахронов, С. В. Муминов, Б. Б. Баротов, И. У. Мирсаидов // Международная научно-практическая конференция «Перспективы использования материалов устойчивых к коррозии в промышленности Республики Таджикистан», посвящённая Дню химика и 70-летию доктора химических наук, профессора, академика АН РТ Изатулло Наврузовича Ганиева. - Душанбе, 2018. - С. 230-231.

[24-М]. Бахронов, С. М. Миграция радионуклидов в некоторых районах Таджикистана / К. А. Эрматов, С. М. Бахронов, М. Д. Бобоёров // III Международная научно-практическая конференция «Роль молодых учёных в развитии науки, инноваций и технологий». - Душанбе, 2018. - С. 29-30.

[25-М]. Бахронов, С. М. Физико-химические основы переработки урансодержащих руд месторождения «Рафикон» / И. У. Мирсаидов, Б. Б. Баротов, М. Д. Бобоёров, С. М. Бахронов, У. М. Мирсаидов. // IV Международная научная конференция «Вопросы физической и координационной химии», посвящённая памяти докторов химических наук, профессоров Хамида Мухсиновича Якубова и Зухуриддина Нуриддиновича Юсуфова. - Душанбе, 2019. - С. 240-244.

[26-М]. Бахронов, С. М. Радиологическая карта территорий, подвергшихся воздействию уранодобывающих производств / К. А. Эрматов, С. М. Бахронов, М. М. Махмудова, М. З. Ахмедов, Х. М. Назаров // XV Нумановские чтения «Академик И.У. Нуманов и развитие химической науки в Таджикистане». - Душанбе, 2019. - С. 156-157.

[27-М]. Бахронов, С. М. Кинетика процесса разложения урановых руд месторождения «Западный Таджикистан» / М. Д. Бобоёров, Б. Б. Баротов, И. У. Мирсаидов, С. М. Бахронов, Ш. Р. Муродов // XV Нумановские чтения «Академик И.У. Нуманов и развитие химической науки в Таджикистане». - Душанбе, 2019. - С. 157-159.

[28-М]. Бахронов, С. М. Динамика объёмной активности радона в воздухе жилого помещения / Х. М. Назаров, Ш. Г. Шосафарова, М. З. Ахмедов, С. М. Бахронов, У. М. Мирсаидов // Республиканская научно-практическая конференция «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, 2020. - С. 243-246.

[29-М]. Бахронов, С. М. Радиологическая карта населённых пунктов Республики Таджикистан / И. У. Мирсаидов, Ф. А. Хамидов, Б. Б. Баротов, С. В. Муминов, С. М. Бахронов // Республиканская научно-практическая конференция «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, 2020. - С. 278-282.

[30-М]. Бахронов, С. М. Определение объёмной активности изотопов радона в воздухе жилых помещений южных регионов Республики Таджикистана / С. В. Муминов, С. М. Бахронов, М. М. Махмудова, У. М. Мирсаидов // Международная научная конференция «Сахаровские чтения 2020 года: эко-

логические проблемы XXI века. – Минск, Республика Беларусь, 2020. - С. 363-365.

[31-М]. **Бахронов, С. М.** Естественные радионуклиды в минеральных рудах Таджикистана, как потенциальное сырьё для получения комплексных удобрений / У. М. Мирсаидов, Ф. А. Хамидов, С. В. Муминов, С. М. Бахронов // Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии одианрных, комплексных и органоминеральных удобрений». - Ташкент, Республика Узбекистан, 2022. - С. 153-155.

[32-М]. **Бахронов, С. М.** Радионуклидный мониторинг строительных материалов в Таджикистане / Ф. А. Хамидов, М. Дж. Муминова, С. М. Бахронов // Материалы республиканской научно-практической конференции (III-годовая) ГОУ «Хатлонский государственный медицинский университет», посвященная 30-летию XVI-ой сессии Верховного Совета Республики Таджикистан. - Дангара, Таджикистан, 2022. – С. 462-463.

[33-М]. **Бахронов, С. М.** Радиационный мониторинг урановых хвостохранилищ Таджикистана / М. М. Хакдодов, М. З. Ахмедов, Е. Ю. Малышева, Х. М. Назаров, С. М. Бахронов // Международная научно-практическая конференция «Химическая, биологическая, радиационная и ядерная безопасность: достижения, проблемы и будущие перспективы». – Гулистан, Таджикистан, 2023. – С. 93-96.

### *Патенти ҷумҳурии Тоҷикистон*

[34-М]. Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 1277. Способ радиационного мониторинга урановых хвостохранилищ / С. М. Бахронов, Х. М. Назаров, Е. Ю. Малышева, М. З. Ахмедов, Б. Б. Баротов, С. В. Муминов, У. Мирсаидов. - № 2201627; заяв. 21.01.2022 г.

[35-М]. Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 1384. Способ извлечения редкоземельных металлов из отходов урановой промышленности / С. М. Бахронов, И. Мирсаидзода, Х. М. Назаров, Б. Б. Баротов, Ф. А. Назаров, М. Д. Бобоёров, А. М. Мирзоев, Д. Т. Исозода. - № 2201724; заяв. 19.08.2022 г.

## АННОТАТСИЯ

ба рисолаи Бахронов Соҷидхон Манонҷонович дар мавзӯи: Асосҳои технологии коркарди маводҳои ураний ва баҳодиҳии хавфи радиатсионии минтақаҳои Тоҷикистон барои дарёфти дараҷаи илмии номзоди илмҳои техникӣ аз рӯйи ихтисоси 05.17.00 – Технологияи химиявӣ (05.17.01 – Технологияи моддаҳои ғайриорганикӣ) ва 03.02.08 – Экология (с03.02.08.04 - соҳаи илмҳои техникӣ)

**Калимаҳои калидӣ:** маъданҳои уран, таҷзия, кислотаи сулфат, радон, мониторинг,

**Объекти тадқиқот** ин маъданҳои уран, партовҳои дорои уран ва мониторинги радон дар минтақаҳои наздикии ноҳияҳои атрофи маҳфузгоҳҳо интиҳоб карда шуда мебошад.

**Мавзӯи тадқиқот** ин хусусияти (таркиби кимиёвӣ ва минералогии) маъданҳо ва партовҳои уран, омӯзиши таъсири онҳо ба муҳити зист ва ченкунии радон дар объектҳои гуногун ва таҳияи харитаи радиологӣ мебошад.

**Мақсади таҳқиқот** ин омӯзиши заминаҳои физикӣ, химиявӣ ва технологии коркарди маводҳои урандор ва арзёбии хатари радиатсионӣ ҳангоми коркарди маъданҳои уран ва партовҳои уран, инчунин мониторинги радиатсионӣ дар манотиқи мухталифи Тоҷикистон, вазъияти радиатсионӣ ва таҳияи харитаи радиологӣ мебошад.

**Натиҷаҳои бадаст омада ва навгониҳои онҳо:**

- асосҳои технологии коркарди маводи урандор таҳия карда шудаанд;
- арзёбии хатари радиатсионӣ ҳангоми коркарди маводи урандор ва хатари радонии баъзе қаламрави Тоҷикистон дода шуд;
- муҳочирати радионуклидҳо дар муҳити зист омӯхта шуд;
- муқаррар карда шудааст, ки вояи таъсири афканишот ба аҳолии дар ҳудудҳои хатарноки радонӣ истиқомат менамоянд аз вақти будубоши онҳо дар ин минтақаҳо вобаста аст.

**Тавсияҳо барои истифодаи амалии натиҷаҳо:**

- технологияи таҳияшудаи коркарди маъданҳо ва партовҳои дорои уран барои истифодабурдан барои ба даст овардани концентратҳои уран тавсия дода мешавад ва ба Муассисаи давлатии «Тоҷредмет» дода мешавад;

натиҷаи кори мониторинги радон ба муассисаҳои таълимии минтақаҳои дахлдори ҷумҳурӣ пешниҳод карда мешавад;

-натиҷаҳои ченкунии радиоекологӣ ба ҳукуматҳои минтақаҳои дахлдори ҷумҳурӣ ҳангоми гузаронидани корҳои дахлдор тавсия карда мешаванд;

-натиҷаҳои баҳодиҳии мавҷудияти радионуклидҳо дар маъданҳои минералӣ ва масолеҳи сохтмонӣ ба Саридораи геологияи назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон ва инчунин ба Кумитаи меъмори ва сохтмонӣ назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон дода мешаванд.

**Соҳаи истифодабарӣ:** саноати химиявӣ, коркарди маъдан, ҳифзи муҳити зист.

## АННОТАЦИЯ

на диссертацию Бахронова Соджидхона Манонджоновича на тему: «Технологические основы переработки урансодержащих материалов и оценка радиационной опасности районов Таджикистана», на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.17.00 – Химическая технология (05.17.01 – технология неорганических веществ) и 03.02.08 – Экология (03.02.08.04 – технические науки)

**Ключевые слова:** переработка урансодержащих материалов, оценка радиационной опасности, радиоэкологический мониторинг, радон.

**Объектом исследования** являются урановые руды, урансодержащие отходы и радоновый мониторинг близлежащих районов вокруг хвостохранилищ.

**Предметом исследования** является характеристика (химико-минералогические составы) урансодержащих руд и отходов, изучение их воздействия на окружающую среду, измерение радона в различных объектах и составление радиологических карт.

**Целью исследования** является изучение физических, химических и технологических основ переработки урансодержащих материалов и оценка радиационной опасности при переработке урановых руд и отходов, а также радиационный мониторинг различных территорий Таджикистана, их радиационная ситуация и составление радиологические карты.

**Научная новизна исследования:**

- разработаны технологические основы переработки ураносодержащих материалов;
- дана оценка радиационной опасности при переработке урансодержащих материалов и радоноопасности некоторых территорий Таджикистана;
- изучена миграция радионуклидов в окружающей среде;
- установлено, что дозы облучения населения, проживающего на радоноопасных территориях, зависят от времени пребывания их в этих участках.

**Рекомендации по практическому использованию результатов:**

- разработанная технология переработки ураносодержащих руд и отходов рекомендована к использованию для получения урановых концентратов и будет передана ГУ "Таджредмет";
- результаты работы по радоновому мониторингу будут переданы образовательным учреждениям соответствующих районов страны;
- результаты радиоэкологических измерений рекомендованы для хукуматов соответствующих районов страны при соответствующих работах;
- результаты содержания радионуклидов в минеральных рудах и строительных материалах будут переданы в Главное управление геологии при Правительстве Республики Таджикистан и Комитет по строительству и архитектуре при Правительстве Республики Таджикистан.

**Область применения:** химическая промышленность, переработка руды, защита окружающей среды.

## ANNOTATION

on the dissertation of BAKHRONOV SOJIDHON MANONJONOVICH on the topic "Technological bases of uranium materials processing and assessment of radiation hazard of the territories of Tajikistan" to the applying for the scientific degree of the candidate of technical sciences in the specialties 05.17.00 - Chemical technology (05.17.01 - Technology of inorganic substances) and 03.02.08 - Ecology (03.02.08.04 - technical sciences).

**Key words:** processing of uranium-containing materials, radiation hazard assessment, radioecological monitoring, radon.

**The object of the study** is uranium ores, uranium-containing wastes and radon monitoring of nearby areas around tailings dumps.

**The subject of the study** is characterization (chemical and mineralogical compositions) of uranium-containing ores and wastes, study of their impact on the environment, measurement of radon in various objects and development of radiological maps.

**The aim of the research** is to study the physical, chemical and technological bases of uranium-containing materials processing and assessment of radiation hazard during uranium ore and waste processing, as well as radiation monitoring of various territories of Tajikistan, their radiation condition and development of radiological map.

### **Scientific novelty of the research:**

- technological bases of uranium-containing materials processing have been developed;
- assessment of radiation hazard during processing of uranium-containing materials and radon hazard of some territories of Tajikistan is given;
- migration of radionuclides in the environment was studied;
- it has been established that radiation doses to the population living in radon-hazardous territories depend on the time duration of their stay in these areas.

### **Recommendations for the practical use of the results:**

- the developed technology for processing uranium-containing ores and wastes is recommended for use to produce uranium concentrates and will be transferred to the State Institution "Tajredmet";
- the results of radon monitoring work will be transferred to educational institutions in the relevant regions of the country;
- the results of radioecological measurements are recommended for state authorities of the relevant districts of the country for relevant works;
- the results of radionuclide content in mineral ores and construction materials will be transferred to the Main Department of Geology under the Government of the Republic of Tajikistan and the Committee on Construction and Architecture under the Government of the Republic of Tajikistan.

**Field of application:** chemical industry, ore processing, environmental protection.