

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

На правах рукописи

УДК: 546.01: 504.75, 504.064, 504.05.06, 504/03 (575.3)



ТИЛЛОЗОДА ХАКИМ ИБРОГИМ

**РОЛЬ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ И
ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЭКОСИСТЕМАХ**
(в условиях Таджикистана)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание учёной степени доктора технических наук
по специальностям 02.00.00 – Химия (02.00.01 – неорганическая химия)
и 03.02.08 – Экология (03.02.08.04 – технические науки)

Душанбе – 2025

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

Научный консультант: **Назаров Холмурод Марипович,**
доктор технических наук, профессор, заместитель
директора Филиала Агентства по химической,
биологической, радиационной и ядерной
безопасности Национальной Академии наук
Таджикистана в Согдийской области

Официальные оппоненты:

Хакдод Махмадшариф Махмуд,
доктор технических наук, профессор, член-корр.
НАНТ, главный научный сотрудник Института
водных проблем, гидроэнергетики и экологии
Национальной Академии наук Таджикистана,

Исозода Диловаршох Тарик,
доктор технических наук, доцент, ректор Института
энергетики Таджикистана,

Мабаткадамзода Кимё Сабзкадам,
доктор химических наук, доцент кафедры
«Неорганическая химия» Таджикского
Национального университета

Оппонирующая организация: Российско-таджикский (славянский) университет,
г.Душанбе

Защита состоится 10 декабря 2025 года в 9⁰⁰ часов на заседании объединенного диссертационного совета 6D.KOA-042 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. Айни 299/2, E-mail: f.khamidov@cbrn.tj, +992934366463

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке и на сайте Института химии им. В.И. Никитина НАНТ www.chemistry.tj

Автореферат разослан «____» 2025 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук



Хамидов Ф.А.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Современная экология подразумевает процесс изучения и понимания состояние окружающей среды и поиск путей решения экологических проблем – связанные с охраной окружающей среды от воздействия антропогенных факторов, которая стала крупнейшей междисциплинарной областью знаний, охватывающей естественные, технические и общественные явления.

Одним из направлений, связанных с социальной экологией, является прикладная экология, разрабатывающая нормы использования природных ресурсов и среды жизни, устанавливающая допустимые нагрузки на них и определяющая формы управления экосистемами. К прикладным видам экологии отнесены, в том числе промышленная (инженерная) экология, химическая экология, сельскохозяйственная экология, рекреационная экология, медицинская экология, природопользование и охрана природы. Экология как наука, охватывающая круг явлений в биосфере, тесно связана в том числе с химией, химической технологией, оказывающие отрицательное воздействие на окружающую среду, но вместе с тем, использование химических методов позволяет предотвратить или снизить уровень деградации природы.

Серьёзной проблемой регионального и глобального значения ведущая, к загрязнению окружающей среды промышленными радиоактивными отходами, сопровождается с обязательной их переработкой и хранением, является ускоренное развитие ядерной энергетики в мире, требующее комплексного изучения постоянного экологического мониторинга этих объектов. При этом добыча и переработка урановых руд сопровождается образованием большого количества жидких, твёрдых и пылегазовых отходов, применяемые как на самих предприятиях, так и в других секторах экономики в качестве вторичного сырья. Вместе с тем, основная масса техногенных источников загрязнения сбрасывается непосредственно в природную среду, в частности на поверхность земли, ведущая к механической миграции загрязненного мелкодисперсного хвостового материала, а также в приземный слой атмосферы и поверхностные воды. Реализация комплекса научных и практических мер мониторинга и выявления радиоактивного загрязнения, на каждом объекте, приобретает все большую актуальность.

Степень научной разработанности изучаемой проблемы. Отдельные территории Таджикистана, расположенные вблизи радиоактивных хвостохранилищ и отвалов уранодобывающих предприятий, характерны повышенным радиационным фоном. Исследования, реализованные Крицким С.Н. (1952 г.), Дробковым А.А. (1958 г.), Перельманом А.И. (1965 г.), Вольфсоном Ф.И. (1965 г.), Тютюновой Ф.И. (1976 г.), Журавлевым В.Г. (1978 г.), Мосинецом В.Н. (1978 г.), Голубевым, В.С. (1981 г.), Ильиным В.Б. (1991 г.), Кобулиевым З.В. (2000-2020 гг.), Исаевым Р.С. (2004 г.), Мирсаидовым У.М. (2004-2024 гг.), Новиковым А.П. (2005 г.), Назаровым Х.М. (2005-2024 гг.), Разыковым З.А. (2005-2020 гг.), Муртазаевым У.И. (2006 г.), Беззубовым Н.И. (2007-2017 гг.), Хакимовым Н. (2007-2018 гг.), Юнусовым М.М. (2007-2012 гг.), Бобоевым Б.Д. (2012 г.), Ахмедовым М.З. (2012 г.), Ходжибоевым Д.Д. (2017 г.) и др. были посвящены различным аспектам мониторинга экологической среды использования и охраны земель, а также водных ресурсов. Но следует отметить,

что изученные проблемы со стороны учёных не полностью затрагивают специфические проблемы техногенных радиоактивных ареалов, связанные с деятельностью уранового производства и реализацией управления радиоэкологического мониторинга на территории Таджикистана.

Связь работы с научными программами (проектами), темами. Диссертационная работа выполнена на базе «Лаборатории технических услуг» Научно-исследовательского отдела Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН Таджикистана по теме: “Радиоэкологические исследования на объектах, содержащих радионуклиды в 2020-2024 гг.” (ГР №0120 TJ01031).

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Целью исследования является выявление особенностей химической экологии в миграции радионуклидов и тяжелых металлов в экосистемах (в условиях Таджикистана), а также развитие научно-практических основ обеспечения радиоэкологической безопасности.

Задачи исследования:

1.Осуществить анализ и оценку взаимосвязи химии и химических процессов с экологией;

2.Исследовать степень негативного влияния химических загрязнений на окружающую среду;

3.Провести теоретические и экспериментальные исследования, на основе комплексного радиоэкологического мониторинга загрязнения почв и растений на различных периодах существования хвостохранилищ радиоактивных отходов;

4.Исследовать и установить особенности механизма процесса миграции радионуклидов и тяжелых металлов в системе «хвостохранилища-почва-растение», для исследуемого объекта;

5.Выполнить теоретические и экспериментальные исследования динамики загрязнения поверхностных и подземных вод вокруг хвостохранилищ радиоактивных отходов, размещенных на территории Таджикистана с радионуклидами и тяжелыми металлами;

6.Теоретически обосновать и создать концептуальную модель управления радиоэкологической безопасности техногенных территорий;

7.Разработать рекомендации по обеспечению радиоэкологической безопасности окружающей среды вокруг радиоактивных объектов на территории Таджикистана с учётом принципов техносферной совместимости.

Объект исследования – биосфера Таджикистана и химические факторы, влияющие на их радиоэкологическую безопасность.

Предмет исследования – взаимосвязь двух наук (неорганическая химия и экология) осуществляемое и возможное управление радиоэкологической безопасностью, снижающие техногенные риски.

Диссидентом проведена значительная по объёму работа, которая имеет как научную, так и практическую значимость.

Методы исследования: Отбор проб, пробоподготовка осуществлялись по стандартизованным методикам. Использовался методы спектрофотометрии атомной абсорбции для определения катионов металла и ионная хроматография для определения основных анионов. Произведена водная вытяжка для определения подвижных форм элементов. Для выявления биогенных металлов

загрязнителей в ландшафтно-геохимических участков был использован биогеохимический метод.

Основная информационная и экспериментальная база. В ходе экспериментов применяли аналитические весы SartoriusLA 230P и pH-метр multi-parameter analyser Eijkelkamp 18.28 со стеклянным электродом. Калибровка pH-метра проводилась при помощи буферных растворов Mettler Toledo.

В работе использовали следующие методы анализа:

-атомно-абсорбционный анализ для определения качества воды с использованием спектрометра AAnalyst 800 (PerkinElmer, США);

-измерение радиационного фона осуществлялось приборами: ДКС-1123АТ (Атомтех, Белорус), ДКС-96 (Доза, РФ), МКС-АТ6130 (Атомтех, Белорус), inspector 1000 (Canberra, США);

-определение активностей естественных радионуклидов (ЕРН) производилось методом суммирования в энергетических интервалах на спектрометре СЕ-БГ-01-«АКП»-70-63;

-определение составы почв, растаний и донных отложений проводилось также с помощью спектрометра Спектроскан MAKС-GF2E с программным обеспечением «QAV» (Спектрон, РФ).

Этапы исследования включают отбор проб, пробоподготовку анализ и обсуждение полученных данных.

Научная новизна исследования:

1. Впервые на основе всесторонних научно-практических изысканий, исследованы химическая миграция радионуклидов и ионов тяжелых металлов в экосистеме зафиксированы коэффициенты биологического поглощения в системе «хвостохранилище-почва-растение» для мониторинговых объектов.

2. С использованием интегрированной функции загрязнения, получена достоверная информация о степени химического загрязнения участков почвы и растительности в районе хранилищ радиоактивных отходов.

3. На основе принципов осуществляемого и возможного управления радиоэкологического мониторинга, определён перечень основных загрязняющих химических элементов и их поведение.

4. Впервые для исследуемых объектов выявлены факторы физиологического действия, составляющие процессы жизнеобеспечения растительности и концентрации химических элементов, происходящее избирательно во внутривидовом сообществе.

5. На основе результатов исследований определены контуры границ со степенью загрязнения поверхностных и подземных вод, с определением фактических уровней химических процессов загрязнения техногенных ареалов.

6. Исследованы и получены данные о процессах диффузии радона в нескольких примерах с различным гранулометрическим составом и конкретным гранулометрическим содержанием частиц с использованием нейтральной почвы.

7. На основе проведенных исследований получены сведения о степени загрязнения водных систем как с химической, так и экологической точек зрения, позволившие установить, что источником радиоактивного загрязнения прилегающих территорий и сети водотоков являются отходы уранодобывающих предприятий, в особенности незахороненные.

8. Разработаны концептуальные основы модели и предложены способы безопасного управления радиоактивными отходами уранового производства на территории Таджикистана.

Теоретическая ценность диссертационной работы заключается в выявлении механизмов протекания химических процессов миграции радионуклидов и тяжелых металлов в экосистеме; создании эталонной сети для радиационно-экологического мониторинга загрязненных территорий; получения новых данных, рекомендуемые для применения по разработке и реализации проектов, использования хвостохранилищ и восстановления загрязненных территорий.

Практическая значимость заключается во внедрение современных технологий покрытия поверхности радиоактивных отходов уранового производства для снижения радиационного фона. Разработанная методика радиоэкологического мониторинга окружающей среды может быть использована для проектирования, управления хвостохранилищем и восстановления загрязненных территорий хозяйственными органами водопользования, Агентством по мелиорации и ирригации при Правительстве Республики Таджикистан и в учебном процессе ВУЗов по подготовки кадров в области химии и экологии.

Положения, выносимые на защиту:

1. Ключевые химические реакции процесса миграции радионуклидов и тяжёлых металлов в почвах, водоемах и атмосфере.

2. Механизмы химических процессов растворения и ионообмена загрязняющих веществ в окружающей среде и их негативное влияние на экосистемы.

3. Результаты теоретических и экспериментальных исследований, радиоэкологического мониторинга загрязнения на различных периодах существования хвостохранилищ радиоактивных отходов;

4. Результаты изучения механизма протекания химических процессов миграции радионуклидов и тяжелых металлов в системе «хвостохранилища- почва-растение».

5. Результаты теоретических и экспериментальных исследований динамики загрязнения поверхностных и подземных вод территории хвостохранилищ с радионуклидами и тяжёлыми металлами Таджикистана;

6. Теоретически основы создания концептуальной модели управления радиоэкологической безопасностью техногенных территорий. Прогнозирование и управление радиоэкологической безопасностью с применением современных моделей: «Ecolego», «ОНД-86», «Модель Гаусса» «Баковая модель».

7. Осуществляемое и возможное управление радиоэкологическим мониторингом по формированию ареала радиоактивного загрязнения и их поведения в экосистеме.

8. Рекомендации по обеспечению радиоэкологической безопасности окружающей среды вокруг радиоактивных объектов на территории Таджикистана с учётом принципов техносферной совместимости.

Степень достоверности результатов определяется и подтверждается использованием современного оборудования и стандартизованных отраслевых методик; достаточным объёмом проведённых экспериментальных исследований,

их представительностью и сходимостью, оценкой полученных данных методами математической статистики.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности:

1.Область исследования соответствует паспорту специальности
02.00.00 – Химия (02.00.01 – неорганическая химия) по следующим пунктам:

n.4. Реакционная способность неорганических соединений в различных агрегатных состояниях и экстремальных условиях;

n.5. Взаимосвязь между составом, строением и свойствами неорганических соединений;

n.10. Моделирование процессов, протекающих в окружающей среде, растениях и живых организмах, с участием объектов исследования неорганической химии.

2.Область исследования соответствует паспорту специальности
03.02.08 – Экология (03.02.08.04 – технические науки) по пунктам:

n.1. Общие закономерности функционирования биологических систем в пространстве и во времени в зависимости от естественных и антропогенных факторов;

n.7. Раскрытие механизмов этих взаимодействий с целью совершенствования методов их использования в народном хозяйстве, снижения отрицательных последствий межвидовых взаимодействий для человека и биоты;

n.11. Теоретические основы, модели и методы рационального и экологически безопасного природопользования, а также экологическое обоснование норм воздействия человека на живую природу;

n.13. Методы биологического мониторинга изменений состояния популяций, сообществ, экосистем под воздействием факторов среды различной природы, обоснование выбора видов-индикаторов негативного воздействия факторов среды и тест-критериев его оценки на разных уровнях биологической организации;

n.15. Методы восстановления природно-территориальных комплексов, очистка загрязненных территорий и водной среды на основе биоремедиации;

n.19. Рекомендации по применению методов анализа и технологических решений, обеспечивающих предотвращение загрязнения природной среды и минимизацию воздействия на окружающую экосистему.

Личный вклад соискателя учёной степени Диссертация является результатом исследований автора, в научно-исследовательском отделе Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности Национальной Академии наук Таджикистана и состоит в выборе задач исследований и путей их решения, проведения полевых и экспедиционных работ, подготовке в лабораторных условиях экспериментальных исследований, оценке полученных результатов и формулировке основных положений и диссертационных выводов, а также в разработке рекомендаций и их внедрении в научно-исследовательские и мониторинговые работы.

Апробация и реализация результатов диссертации. Основные положения диссертации обсуждались на следующих научных конференциях, симпозиумах и семинарах:

-на международных: научно-практической конференции «Актуальные проблемы урановой промышленности» (г.Алматы, Казахстан. 2004); конференции «Ферганская долина: основные проблемы техногенных наследий, урановое

наследие в Таджикистане» (г.Кайраккум, Таджикистан. 2006); практической конференции «Инженеринговая система 2009» (г.Москва, Россия. 2009); IV-й Международной конференции «Экология и биоразнообразия» (г.Куляб, Таджикистан. 2011); VII-й Международной конференции «Перспективные разработки науки и техники» (Польша. 2011); VIII-й Международной конференции «Модели и новейшие разработки техники» (Болгария. 2012); научно-практической конференции «Физика, химия, биология: актуальные проблемы» (г.Новосибирск, Россия. 2012); V-й Студенческой Международной научно-практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия» (г.Новосибирск, Россия. 2012); II-го Международного Симпозиума «Возобновляемая энергия и энергосберегающие технологии» (г.Худжанд, Таджикистан. 2012); V-й Международной научно-практической конференции «Экологические проблемы природных и урбанизированных территорий» (г.Астрахань, Россия. 2012); XI-й Международной конференции «Проблемы урбанизированных территорий» (Чехия. 2012); V-й Международной научно-практической конференции «Экологические особенности биоразнообразия» (г.Худжанд, Таджикистан. 2013); I-й Международной научно-практической конференции «Развитие естественных наук в Европе» (г.Штутгарт, Германия. 2013); научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования, новое слово в науке» (г.Москва, Россия. 2013); IX-й Международной практической конференции «Современные достижения науки» (Чехия. 2013); научно-практической конференции «Тенденция развития естественных и математических наук» (г.Новосибирск, Россия. 2013); IX-й Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты» (г.Новосибирск, Россия. 2013); научно-практической конференции «Инновация в науке и технике вопросы медицины, биологии и тех. наук» (г.Москва, Россия. 2014); научно-практической конференции «1150-летию персидско-таджикского алхимика и философа Абубакра Мухаммад ибн Закария Рazi (г.Душанбе, Таджикистан. 2015); научно-практической конференции «Десятилетию действий вода для жизни» (г.Чкаловск, Таджикистан. 2015); научно-практической конференции, посвящённой «25-летию независимости Республики Таджикистан» (г.Чкаловск, Таджикистан, 2016); International Symposium KSCMBS-2016 Khujand Symposium on Computational Meterals Biological Scienes (г.Худжанд, Таджикистан. 2016); научно-практической конференции «Проблемы опустынивания: динамика, оценка, решения» (г.Самарканд, Узбекистан. 2019); научно-практической конференции «Логистика и мульти модальные перевозки: проблемы и пути их решения» (г.Бустон, Таджикистан. 2019); VII-й Международной научно-практической конференции «Наука и образование в современном мире: Вызовы XXI века» (г.Астана, Казахстан. 2020); X-ой Международной научно-практической конференции «Ломоносовские чтения» (г.Душанбе, Таджикистан. 2020); III Международной научно-практической конференции «Scientific community: interdisciplinary research» (г.Гамбург, Германия. 2021); I-й Международной научно-практической конференции «Перспективы развития исследований в области химии координационных соединений и аспекты их применения» (г.Душанбе, Таджикистан. 2022); конференции, посвящённой к 100-летию КУБГАУ (Краснодар. Кубань. 2022); научно-практической конференции «Химическая,

биологическая, радиационная и ядерная безопасность: достижения, проблемы и будущие перспективы» (г.Душанбе, Таджикистан. 2023); научно-практической конференции «Цифровая индустрия и энергетическое развитие глазами ученых и исследователей» (г.Душанбе, Таджикистан. 2024).

-на республиканских: конференции учёных и молодых специалистов (г.Худжанд, Таджикистан. 1999); научно-практической конференции молодых учёных (г.Душанбе, Таджикистан. 2000); научно-практической конференции «Использование современных технологий в переработке горных минералов и металлургии» (г.Чкаловск, Таджикистан. 2008); VI-XIX-ые Нумановские чтения (г.Душанбе, Таджикистан. 2009, 2019, 2021, 2023, 2024 гг.); научной конференции «Актуальные проблемы преподавания естественных и технических наук в средних и высших школах» (г.Худжанд, Таджикистан. 2010); научно-практической конференции «Защита окружающей среды долг каждого гражданина» (г.Худжанд, Таджикистан. 2012); научной конференции «Химия технология и экология воды» (г.Душанбе, Таджикистан. 2013); научной конференции «Вода основной источник энергии» (г.Душанбе, Таджикистан. 2013); научно-практической конференции «Вода для жизни» (г.Душанбе, Таджикистан. 2015); научно-практической конференции «Современные проблемы физики конденсированного состояния и ядерной физики» (г.Душанбе, Таджикистан. 2020); научно-теоретической конференции «Основы развития и перспективы химической науки в РТ» (г.Душанбе, Таджикистан. 2020); научной конференции «Фундаментальная наука – основа совершенствования технологий и материалов» (г.Душанбе, Таджикистан. 2022).

Публикации по теме диссертации. По результатам проведённых исследований опубликованы 3 монографии, 29 статьи в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК при Президенте Республики Таджикистан, 4 статьи индексируемый SCOPUS, 82 статьй и тезисов в публикациях представлены на республиканских и международных конференциях. Получено 5 малых патента Республики Таджикистан на изобретения и акта испытания и внедрения.

Структура диссертации и объем. Диссертация изложена на 370 страницах, содержит 85 таблиц и 84 рисунка. Состоит из введения, семи глав, выводов и списка использованных источников (457 наименований)

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, определены цель и задачи исследования, сформулированы основные защищаемые положения, представлены научная новизна и прикладное значение полученных результатов, приводится общая характеристика и структура работы, краткое содержание диссертации, а также сведения по ее апробации, показан личный вклад автора в исследуемую проблему.

В первой главе представлен обзор литературных данных «Особенности протекание химических процессов и формирование ареалов радиоактивного загрязнения в экосистеме», теоретически обоснован протекания химических процессов в экосистеме; показаны ионнообменные переходы тяжелых металлов в системах «почва-вода» и «вода – донные отложения»; дана физико-химическая характеристика источников поступающих естественных радионуклидов в биосфере; показаны факторы влияющие на формы нахождения природных радионуклидов в воде; оценены современные принципы определения границ

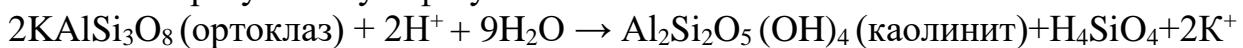
техногенных биогеохимических территорий на геохимических объектах; исследованы техническое обеспечение радиоэкологической безопасности хвостохранилища. Исследование миграции радионуклидов и тяжелых металлов в экосистемах позволяет выявить механизмов переноса химических веществ посредством процессов растворения, диффузии, фильтрации и переноса с водой. Ионы радионуклидов и тяжёлых металлов могут перемещаться в виде катиона и аниона образованием ионов малорастворимых соединений. Химические реакции, такие как адсорбция, комплексообразование и ионный обмен, играют ключевую роль в поведения веществ в почвах, водоемах и атмосфере. Формы нахождения тяжелых металлов в зависимости от среды меняются (таблица 1).

Таблица 1. - Формы нахождения тяжелых металлов в зависимости от pH

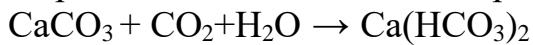
Металл	Форма нахождения металлов и соединений
Zn	Zn ²⁺ (pH<7); [Zn(OH)] ⁺ (pH=7-8); Zn(OH) ₂ (pH>8)
Cu	CuL (pH<7); Cu ²⁺ (pH<7); CuHPO ₄ (pH<4); Cu(OH) ₂ [Cu(OH) ₃] ⁻ (pH>8); CuCO ₃ (pH>5)
Ni	Ni ²⁺ (pH<7); NiL (pH<9); NiCO ₃ [Ni(OH)] ⁺ Ni (OH) ₂ (pH= 6-9)
Pb	Pb ²⁺ (pH<4); PbL (pH=5-7); [Pb(OH)] ⁺ (pH = 6-10); Pb (OH) ₂ (pH>8); PbCO ₃ (pH=5-7)
Cd	Cd ²⁺ (pH<7); CdL (pH=5-7); Cd(OH) ₂ ; [Cd(OH)] ⁺ [Cd(OH) ₃] ⁻ (pH=6-10); CdCO ₃ (pH>8)
Fe (III)	FeL Fe ³⁺ (pH<3); [Fe(OH)] ²⁺ , [Fe(OH) ₂] ⁺ Fe(OH) ₃ (pH>6)

Воздействие pH среды и окислительно-восстановительных условий (Eh) на миграции элементов могут контролировать осаждения тяжелых металлов из растворов, коагуляции коллоидов и подвижности металлов.

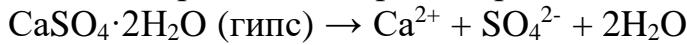
Все процессы химического и биологического превращения минеральных соединений совершаются при непосредственном участии жидкой фазы почвы. процесс растворения ортоклаза, в результате которого калий остается в растворе, а алюминий образует новую фазу – каолинит:



Растворение минералов в природе широко распространено, типична реакция растворения кальцита водой, содержащей углекислый газ следующее:



Растворимость некоторых веществ (солей) увеличивается и за счет образования кристаллогидратов при их взаимодействии с водой:



Почвенные растворы влияют на состав миграционных потоков вещества в почве и ландшафте.

В экологических исследованиях выделяют формы миграции элементов – загрязнителей и радионуклидов, которые распределяются между компонентами окружающей среды (рисунок 1).

Физико-химические формы миграции радионуклидов в природной среде зависит природы источника и путей поступления процессов, происходящих в ходе функционирования. Миграция изотопов урана в биосферу зависит от физико-химических свойств радионуклидов. Они связаны с факторами природной среды и путей поступления процессов в горных породах, почве, воде и атмосферного

воздуха, где они участвуют в круговороте веществ. Преобразование радионуклидов в воде базируется на разных факторах. На формы нахождения радионуклидов влияют окислительно-восстановительные процессы.



Рисунок 1. – Формы перемещения микроэлементов и радионуклидов в природных водах

Миграция радионуклидов в воде происходит в растворённой форме. Для выявления и миграции загрязняющих веществ используется некоторые модели, которые основываются на физические свойства. Физико-химические условий, таких как: комплексообразование, коагуляция, сорбция и десорбция, изменяют формы нахождения веществ, вводимые в воду, и создают стабильные растворённые вещества, при взаимодействии которых с водой определяет уровень токсичности тяжёлых металлов и радиоизотопов. Определение радионуклидов с учётом химических свойств играют важную роль на распределения загрязняющих веществ. Как известно, одной из значимых параметров миграции радионуклидов в воде является значение pH. Растворимость загрязняющих веществ увеличивается с ростом величины pH и в катионных и анионных формах.

Одним из основных объектов загрязнения в ЦА является р.Сырдарья, которое находится в непосредственной близости к месторождениям радиоактивных ископаемых минералов и отходов производств (таблица 2). Обязательными компонентами мониторинга р.Сырдарьи должны стать наблюдения за минерализацией, содержанием сульфатов, нитратов и карбонатов, некоторых трассерные элементы, а также ТМ и радионуклиды.

Таблица 2. – Расположения отходов уранодобывающих предприятий находящееся вдоль р.Сырдарьи

Местоположение	Хвостохранилище радиоактивных отходов
Кыргызстан	Хвостохранилище Майлуу-Суу
Узбекистан	Рудники Чаркесар и Ташкент
Таджикистан	Истиклолское, Адрасманское, Гафуровское, Дигмайское, Бустонское хвостохранилища
Казахстан	Подземное выщелачивание урана из рудников

Физико-химические условия, таких как: комплексообразование, коагуляция, сорбция и десорбция, изменяют формы нахождения веществ, вводимые в воду, и создают стабильные растворённые вещества, при взаимодействии которых с водой определяет уровень токсичности тяжёлых металлов и радиоизотопов.

Определены территориальные структуры дифференциации некоторых территорий с влиянием природных и экологических условий. В результате исследования формулированы критерии границ применимости предлагаемых моделей и методов прогнозирования.

Техническим обеспечением радиоэкологической безопасности хвостохранилища является захоронения объектов радиоактивных отходов (рисунок 2-3).

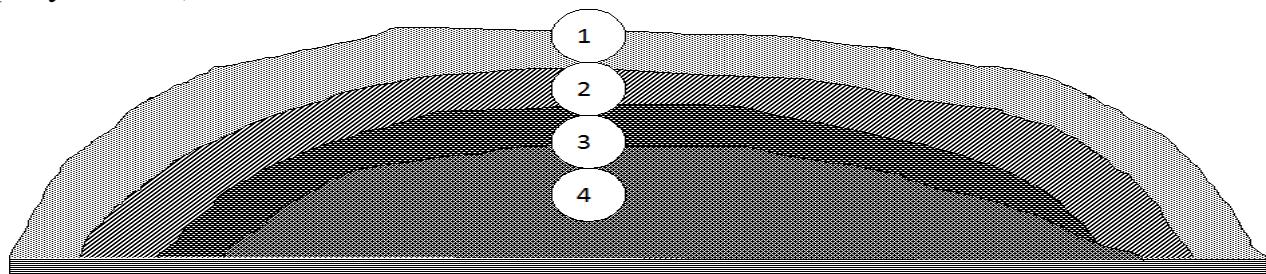


Рисунок 2. – Схематический геологический разрез Гафуровского хвостохранилища

Зона 1 представлена лёссовидными суглинками мощностью до 2,0 м;

Зона 2 сложена песчаными фракциями радиоактивных отходов от 2,5-3,0 м;

Зона 3 структура глиноподобным тонкодисперсным материалом от 4,0-4,5 м;

Зона 4 сложена радиоактивными отходами от 8-10 м и до 16-18 м.

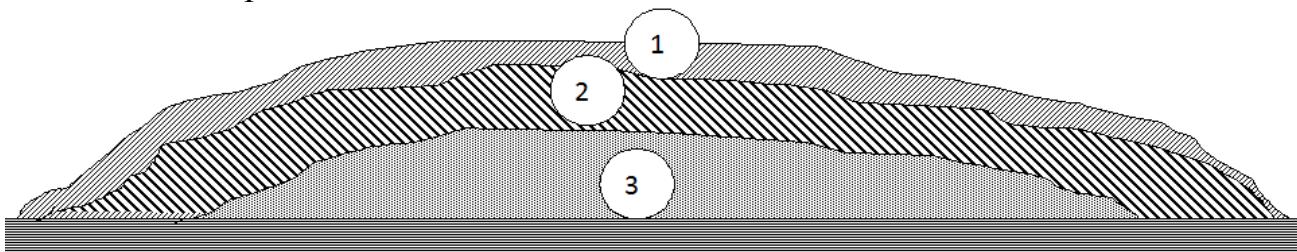


Рисунок 3. – Схематический геологический разрез хвостохранилища «Карты 1-9»

Зона 1 сложена лёссовидными суглинками мощностью от 0,5 до 1,0 м;

Зона 2 сложена песчаными фракциями радиоактивных отходов 0,5-1,0 м;

Зона 3 сложена радиоактивными отходами от 2,0-3,5 м до 8-14 м.

Установлено, что в настоящее время инженерно-техническое состояние хвостохранилищ «I-IV очереди» г. Истиклола и «Карты 1-9» и Гафуровского хвостохранилища оценивается как удовлетворительное. Однако из-за незащищенности поверхности и склонов хвостохранилищ от ветровой и водной эрозии, наблюдается миграция радиоактивных и вредных химических веществ, содержащихся в мелкодисперсном хвостовом материале в окружающую среду.

Во второй главе диссертации “Химические процессы миграции неорганических элементов в экосистемах” рассмотрена методика проведения исследований; показано химическое протекание миграции радионуклидов и тяжелых металлов в объектах окружающей среды; исследована содержание катионов в листьях полыни на нейтральной почве; проведено гидрохимические исследования водных объектов в Согдийской области.

Использовался спектрофотометрия атомной абсорбции для определения

катионов металла и ионная хроматография для определения основных анионов: Cl^- , SO_4^{2-} . Произведена водная вытяжка для определения подвижных форм элементов. Для выявления биогенных металлов загрязнителей в ландшафтно-геохимических участков был использован биогеохимический метод. Биогенные металлы обладают различными свойствами, отвечающими их положению в Периодической системе. К ним относятся следующие 10 элементов: s – элементы: Na , K , Mg , Ca ; 3d-элементы: Mn , Fe , Co , Cu , Zn ; 4d – один элемент Mo . В таблице 3 представлены содержание основных катионов и анионов в почве и растений.

Таблица 3. - Распределение ионов в жидкой фазе почв и растений на Дигмайском хвотохранилище

Части растен	Катионы, мг/л				Анионы, мг/л		
	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	NO_3^-
Почва	15,0	25,2	49,0	36,3	12,4	42,3	18,1
Растен.	8,8	14,4	29,5	19,7	8,4	29,3	6,7
Среднее	11,4	19,3	40,2	27,5	10,2	35,3	12,4

Ионы щелочных металлов, менее всего способные к образованию координационных связей, участвуют в создании электролитной среды в организме растений. В почве ионы Na^+ и K^+ встречаются всегда вместе, и их разделение по разные органы так как они относятся к внеклеточным (Na^+) и внутриклеточным (K^+) катионам. Распределение катионов в листьях растений зависит также от среды почвенного раствора (рисунок 4).

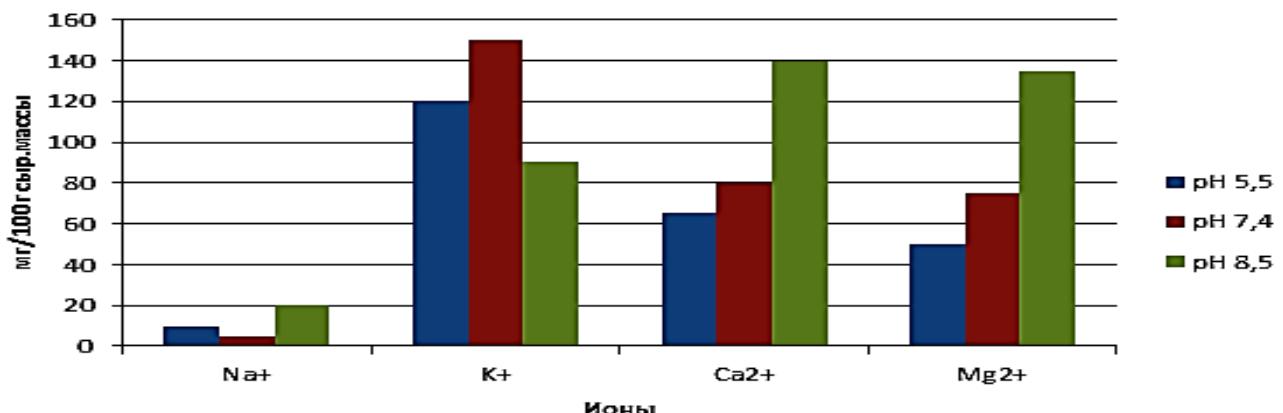


Рисунок 4. – Содержание катионов в листьях полыни, мг/100 г сырой массы

В листьях полыни, выращенной на кислой и нейтральной почве, в содержании Ca^{2+} не выявлено значимых различий. На щелочной почве аккумуляция этих ионов у полыни стала выше в среднем почти на 50%, по сравнению с растениями на нейтральной почве.

Были проведены гидрохимические исследования в водных объектах Б.Гафуровского района. Определены физические и химические параметры вод р.Сырдарьи и прилегающие к ним территории (таблица 4).

Причина резкого увеличение содержания SO_4^{2-} ионов в воде связано с процессами миграции с подземными водами и привноса донного загрязнителя с территории сельскохозяйственных объектов Согдийской области. Сухой остаток превышает ПДК.

Таблица 4. – Результаты гидрохимического опробования подземных вод

Место отбора проб	Содержание компонентов, мг/л											
	Сух. остат.	pH	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Pb ²⁺	Zn ²⁺
Карьер строймат	1290, 6	7,0	245,5	77,2	718,9	43	122	80	137	21,7	0,01	0,005
Дренажн. канал впад. в карьер	1488	7,6	270,5	85,4	727	84	142	84	157	32,5	0,01	0,008
Исписор	728,8	7,6	66,4	77,7	416	4,8	47	48	80,8	28,7	0,01	0,006
Кисткуз	1268	7,6	188,4	96,9	898,7	6,9	132	112	103	11,8	0,02	0,003
Махрам	1252	7,8	377,8	119	738,6	42	149	88	123,2	16,7	0,05	0,044
Канибадам	1112	8,2	159,5	104	687	38	134	60	122,2	н/о	0,06	0,089
ПДК	1000	6-9	-	350	500	45	180	940	250	2,0	0,03	5,0

ПДК – предельно-допустимая концентрация

Третья глава «Загрязнения почвы и растений на территории размещение хвостохранилищ радиоактивных отходов с радионуклидами» посвящена методике отбора проб почв и методы исследования; загрязнению почв на различных периодах существования хвостохранилищ радиоактивных отходов; миграция радионуклидов и тяжелых металлов в системе «хвостохранилища-почва-растение» и биохимические исследования техногенных объектов Таджикистана.

Исследования реализованы с применением, гамма- бета- спектрометров типа “МКС-АТ1315” («Атомтех», Беларусь), «CANBERRA» (США) с программным обеспечением “Genie-2000”, комплекта “PackEyeFHT 1377” («Thermo Scientific», Германия) и дозиметров “ДКС-96” (НПП «Доза», Россия), “ДКС-АТ1123” («Атомтех», Беларусь) и “Pickerint”, радиометр радона “PPA-01М-03”. Общая удельная эффективная активность природных радионуклидов для материалов первого класса установлен на уровне 370 Бк/кг, в то время как значительное превышение наблюдается до уровня 1245 Бк/кг для почв, что является более высоким порогом для материалов первого класса.

В районе Дигмайского хвостохранилища были отобраны образцы полыни (Artemisia Sogdiana) как основного биологического индикатора загрязнения почвы ТМ и радионуклидами (таблице 5).

Таблица 5. – Накопления микроэлементов в пробах растений, отобранных из контрольных площадок Дигмайского хвостохранилища

Элемент	Содержание, %				Коэффициент концентрации		
	min	max	среднее	фоновые	min	max	средне-взвешен
Pb	0,004	0,03	0,023	0,001	5,1	32	23
As	0,0002	0,005	0,002	0,0005	0,2	11	3,9
Zn	0,015	0,045	0,02	0,002	3,5	13,1	7,2
Cu	0,007	0,09	0,033	0,002	4,2	45	18,3
Ni	0,005	0,032	0,014	0,001	6,2	32	12,9
Co	0,0014	0,003	0,0015	0,0004	3,2	11	5,2
Mn	0,022	0,16	0,053	0,023	1,2	7,6	3,1
Cr	0,001	0,0025	0,002	0,0005	1,6	5,5	3,7
V	0,001	0,015	0,006	0,0007	1,4	12,4	6,1
U	0,001	0,0035	0,003	0,0007	1,4	3,7	2,7

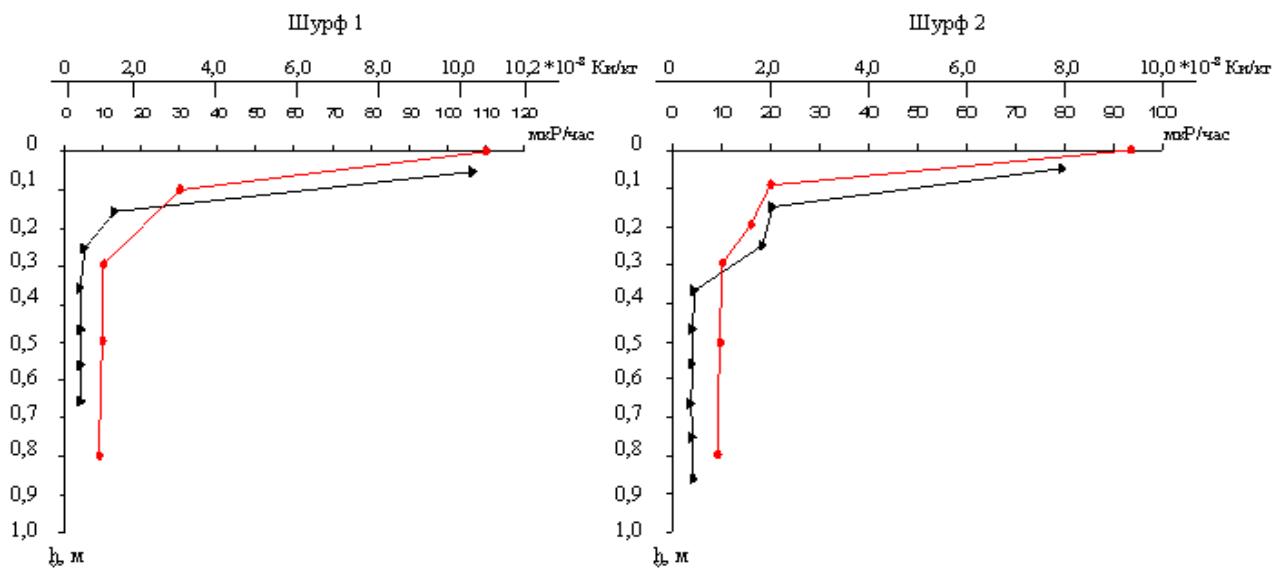


Рисунок 5. – Показатели суммарной активности А_{эфф} и гамма-излучений по профилю почвы Дигмайского хвостохранилища

Для оценки содержания подвижных форменных элементов в отобранных образцах были проанализированы водные экстракты почвы.

Установлены характер миграции радионуклидов и тяжелых металлов с поверхности хвостохранилища. В рамках контура загрязнения в точках 1 и 2 были отобраны пробы до 1,0 метра с интервалом в 0,1 метра.

Из рисунка 5, видно, что большая часть радионуклидов и тяжелых металлов сосредоточена в пределах от 0 до 0,1 метра на глубинах 0,2-0,3 метра уровня радиации равны с фоновым.

Это указывает что активность радиоактивных элементов в слое от 0 до 0,1 м. связана оседанием пыли на поверхность земли, воздействием химических процессов, с атмосферными осадками, и миграцией радионуклидов и тяжелых металлов в верхнем слое почвы.

Установлено, что исследование на озере г. Истиклол, концентрация ионов урана в воде составляет 2,0 мг/л, что схожа с подземных вод Дигмайскому хвостохранилищу. В большей части выявлены характерные для низкогорий эфимерово-полынны (Artemisia sogdiana – Carex pachystylis+Poabulbosa) сообщества. Отбор проб осуществлен растениями: астрагал зр. (Fabaceae Lindl), полынь горькая (Artemisia absinthium) и мятылик (Poaceae). При чем мятылик (Poaceae) был собран только в озере г. Истиклол. Результаты проверки концентрации урана и ионов микроэлементов приведены в таблице 6.

Как видно из таблицы 6, растение мятылик (Poaceae) имело высокую концентрацию активности ^{238}U , в диапазоне от 1000 до 1200 Бк/кг, с соотношением активности $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ близки к единице, при этом растением уран не был широко поглощён. Выявлено, растение содержит высокие уровни As (30 мг/кг), Cr (8,9 мг/кг), Cu (7,7 мг/кг) и Pb (17 мг/кг), идентичные в мятылике (Poaceae). Для урана и преобладающей части микроэлементов разница между концентрациями в растениях, до 20% в мятылике (Poaceae), при общей концентрации радионуклидов (RSD) до 30%, тогда как RSD для урана составлял 7%.

Установлено, что радиоизотопы и микроэлементы не влияют на растительный мир, но растение способны накапливать радионуклидов и тяжелых металлов.

Таблица 6. – Состав урана и микроэлементов в растениях на участках г.Истиклола и Дигмайского хвостохранилища

Растение	Показател ь	Место отбора	^{238}U	As ³⁺	Cr ³⁺	Cu ²⁺	Ni ²⁺	Pb ²⁺	Cd ²⁺
			Бк/кг	мг/кг					
<i>Fabaceae</i> <i>Lindl</i> Астрагал зр.	Средн.	Дигмай	0,70	0,13	2,6	6,4	0,87	0,36	0,20
	Min		0,58	0,13	2,6	2,7	0,62	0,31	0,19
	Max		0,87	0,14	2,7	13	1,0	0,42	0,20
	RSD (%)		22	-	-	94	25	16	4
<i>Artemisia</i> <i>absinthium</i> Полынь горькая	Средн.	Истиклол	2,3	0,8	1,8	2,0	0,4	0,68	1,2
	Min		1,7	0,65	-	1,7	1,0	0,47	1,1
	Max		2,8	1,0	-	2,3	1,8	0,88	1,3
	RSD (%)		2	-	-	2	2	2	2
<i>Poaceae</i> Мятлик	Средн.	Истиклол	1100	30	8,9	7,7	3,7	17	0,27
	Min		1000	24	6,4	5,3	2,4	14	0,18
	Max		1200	34	12	10	5,1	21	0,39
	RSD (%)		7	13	32	33	35	22	38
<i>Fabaceae</i> <i>Lindl</i> Астрагал зр.	Средн.	Истиклол	2,1	0,46	-	2,3	2,4	0,69	1,8
	Min		2,1	0,41	-	2,1	1,7	0,61	1,8
	Max		2,2	0,48	-	2,4	3,9	0,78	1,9
	RSD (%)		3	6	-	4	36	10	1,5
<i>Artemisia</i> <i>absinthium</i> Полынь горькая	Средн.	Дигмай	1,3	0,7	1,4	0,8	0,3	0,60	1,0
	Min		1,0	0,55	-	1,5	1,0	0,41	1,1
	Max		1,7	0,8	-	1,9	1,5	0,82	1,0
	RSD (%)		1,0	-	-	1,0	1,0	1,0	1,0

Подтверждено, что загрязнение продуктов растительного происхождения ураном и тяжелых металлов зависит от природы металла и его концентрации ионов в воде, почве и биологических характеристик исследуемых видов растений.

Полученные результаты о том, что коэффициент биологической абсорбции ($K_{бп}$) была выше (0,01) в 2001 году, чем в 2020 году. Динамика накопления микроэлементов $K_{бп}$ в почвах и растений в районе Дигмайского хвостохранилища представлены на рисунке 6.

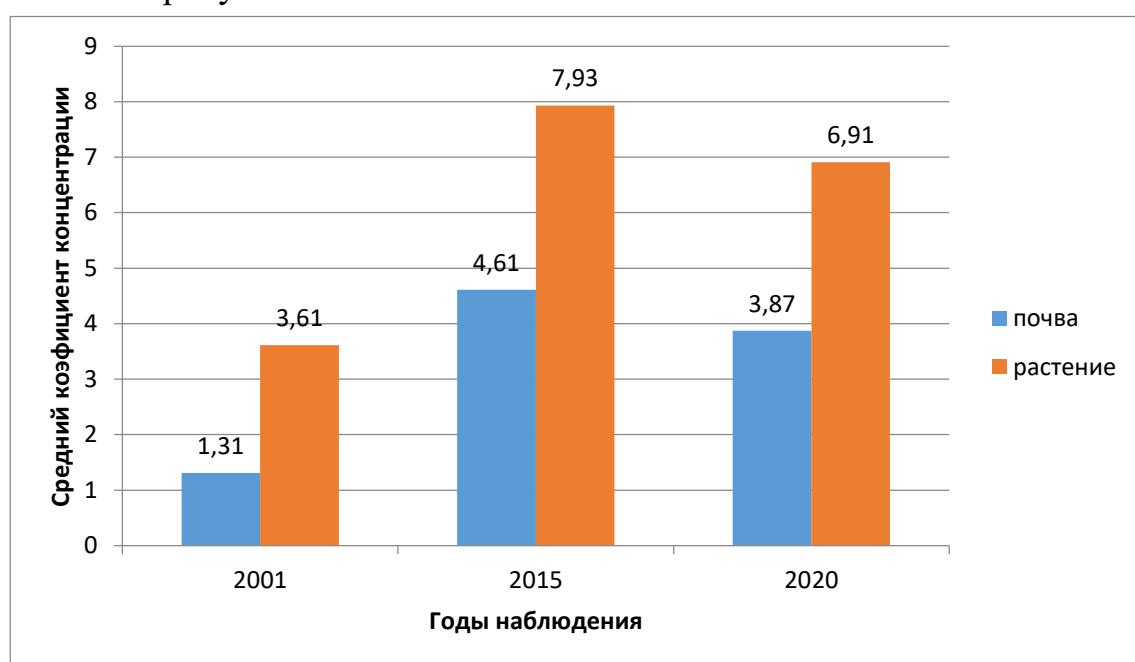


Рисунок 6. – Многолетние показатели загрязнённости почвы и растений (полынь)

Завышенные показатели химического загрязнения отмечался в 2015 г. Это изменения обусловлено с процессом полного высыхания прудка радиоактивного хвостохранилища и в результате в 2020 увеличился площадь пылящей поверхности. Повышение количества подвижных форм ионов Pb^{2+} и V^{2+} привело к снижению доли этих элементов, соответственно. Установлено, что за этот период содержание Pb^{2+} в почвах увеличилось примерно в 2,6 раза, в то время как содержание V^{2+} осталось неизменным.

Проведения исследования в объектах радиоактивных отходов Карты 1-9, Гафуровском хвостохранилище и хвостохранилищ I-IV очереди г. Истиклола в почвогрунтов и золе растений, представленных полынью Согдийской, изучалось содержание элементов-загрязнителей. Рассчитаны K_{bp} на каждом объекте.

На основе концентрации урана и микроэлементов в растительности и почвах установлено, что, K_{bp} концентрации для элементов от воды до Poaceae (л/кг сырой массы) также был высокими, особенно для Pb и Cd , использованные в концентрациях разных уровней для получения минимального эффекта для девяти металлов (As, Cr, Cu, Pb, Mo, Ni, Se, U, V) и три радионуклида (^{226}Ra , ^{210}Pb и ^{210}Po). Полученные данные в Дигмайском хвостохранилище и г. Истиклоле позволили выявить воздействие ^{226}Ra однозначно вносить наибольший вклад. Подтверждено, что последовательная экстракция является достоверной методикой для изучения обратимых или необратимых взаимодействий радионуклидов типа U с твёрдыми фазами (рисунок 7).

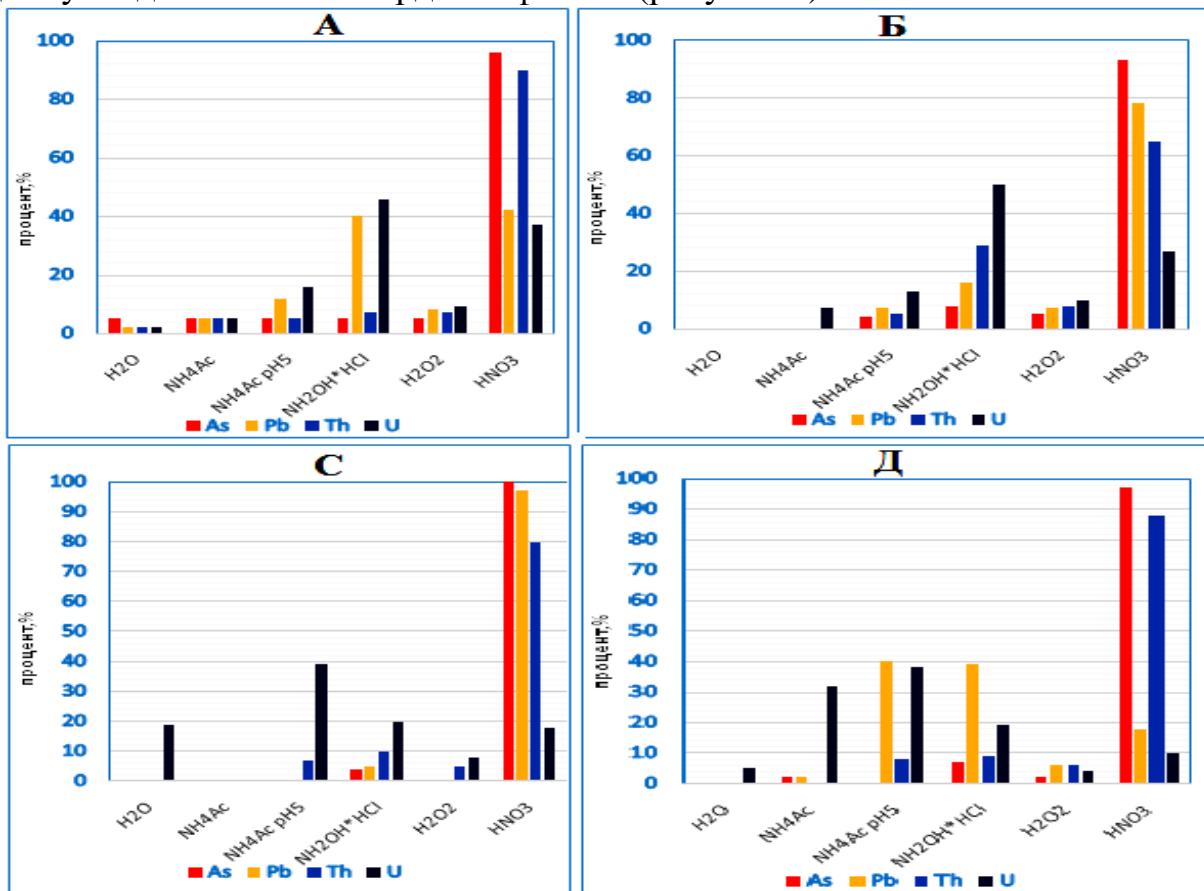


Рисунок 7. – Результаты последовательной экстракции для ионов U, Th, Pb и As в некоторых образцах почвы, воды и донных осадков: а – почва из карьера (озеро) г.Истиклол, б – вода с разбавл. кисл. (озеро) г. Истиклол, с – вода Дигмайское хвостохранилище, д – сухой осадок от Дигмайского хвостохранилища

Оказалось, что уран также подвижен в почве хвостохранилища и для всех участков будет считаться легкообмениваемым и доступным для переноса в экологической системе.

Установлено, что от 60 до 80% ионов Th^{2+} было обнаружено во фракции HNO_3 , в то время как во фракции $\text{NH}_2\text{OH HCl}$ - до 25%. Следует отметить, что большее количество ионов Pb^{2+} было связано с фракцией HNO_3 в пробах хвостохранилища по сравнению с почвой и донными отложениями с площадки Карьера. Выявлено, что ионы уран также подвижен в почве хвостохранилища, и для всех участков будет считаться легкообмениваемыми ионами и доступным для переноса в экосистеме.

На территории Дигмайского хвостохранилища в некоторых видах растений обнаружены систематические изменения, что может объясняться с 60-и летним существованием. Распределение содержания радионуклидов и ионов тяжелых металлов в пробах полыни Согдийской по профилю, показано на рисунке 8.

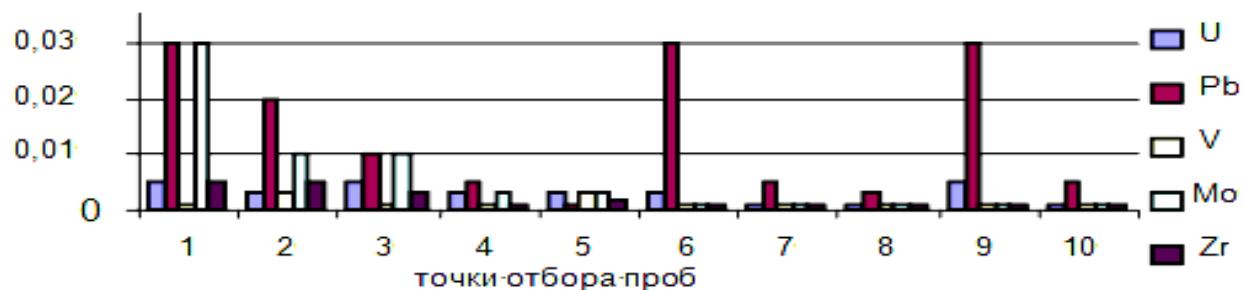


Рисунок 8. – Содержание радиоактивных и тяжёлых элементов в растениях (%)

Установлено, что содержание Pb и U в полыни достаточна высокая. Вместе с тем, на транзитных участках склона северо-западной экспозиции оно снижается (проба 3 – 5) и вновь повышается на аккумулятивных участках (пробы 6 – 9). Таким образом, повышенное содержание ионов тяжёлых элементов отмечено в точках 1, 2, 3, 6 и 9 в полыни.

Биогеохимическая карта района Дигмайского хвостохранилища создана с учетом содержания химических элементов в растениях, 4-х элементов загрязнителей U, Cd, Pb, и Zn на фоне существующих местных экологических условий: характер рельефа, механический состав поверхностных отложений и господствующая роза ветров (рисунок 9).

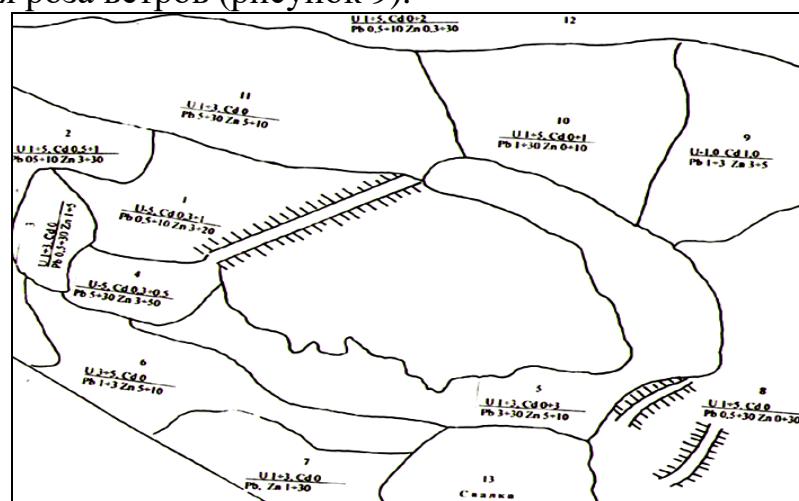


Рисунок 9. – Биогеохимическая карта района Дигмайского хвостохранилища в 2015-2020 гг

Ниже приводится характеристика участков с указанием профилей геохимического типа ландшафта, особенностей химического изменения содержания растений и техногенного влияния на профилях Дигмайского хвостохранилища (рисунок 10-16).

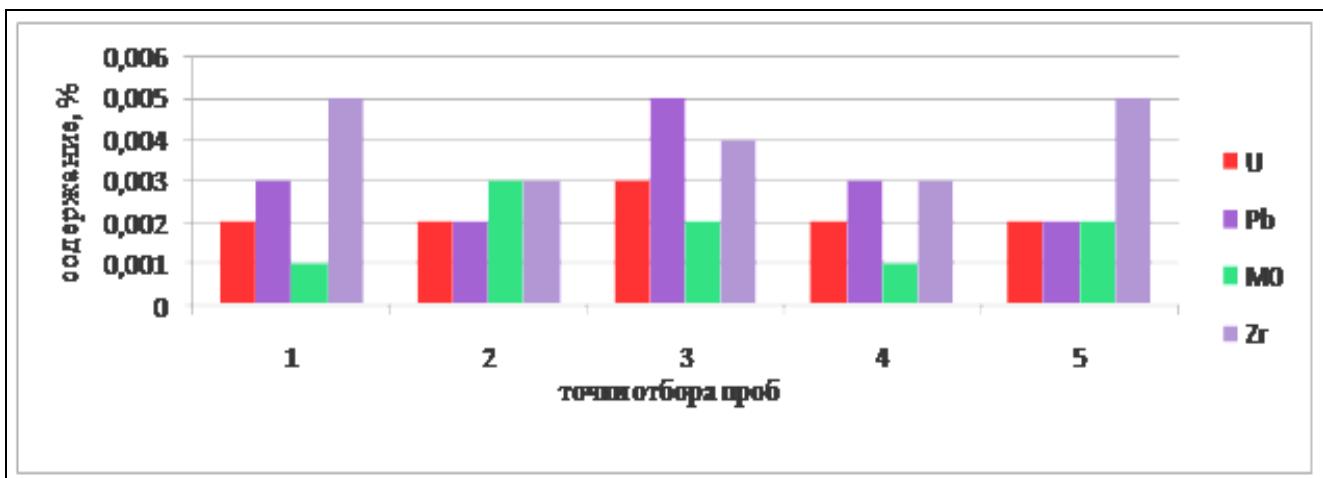


Рисунок 10. – Содержание радионуклидов и тяжелых металлов в растениях в профиле Б-1

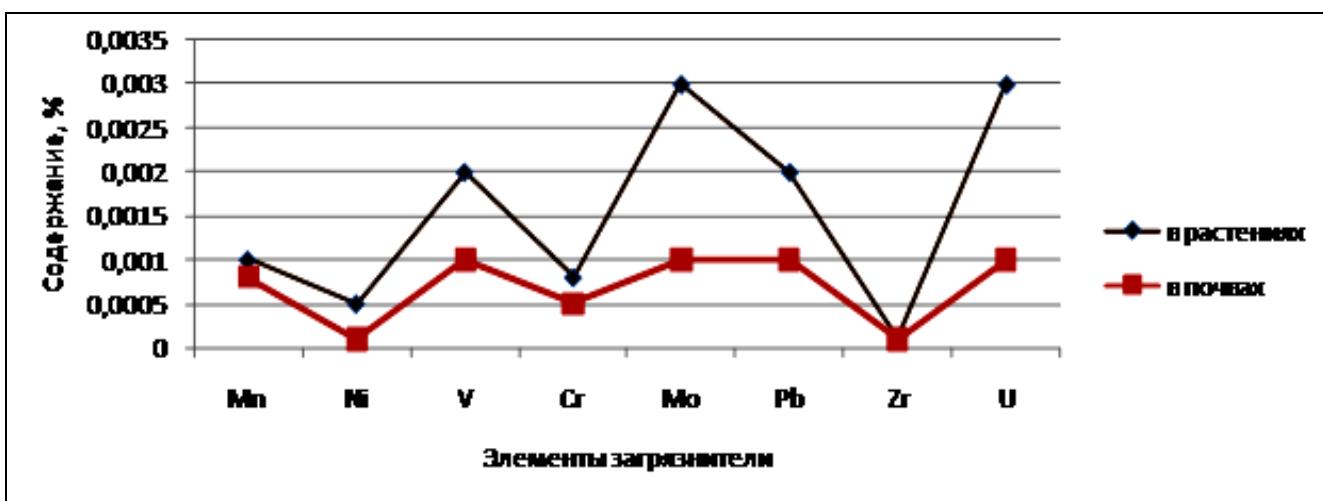


Рисунок 11. – Содержание радионуклидов и ТМ в растениях и почвах в профиле Б-2

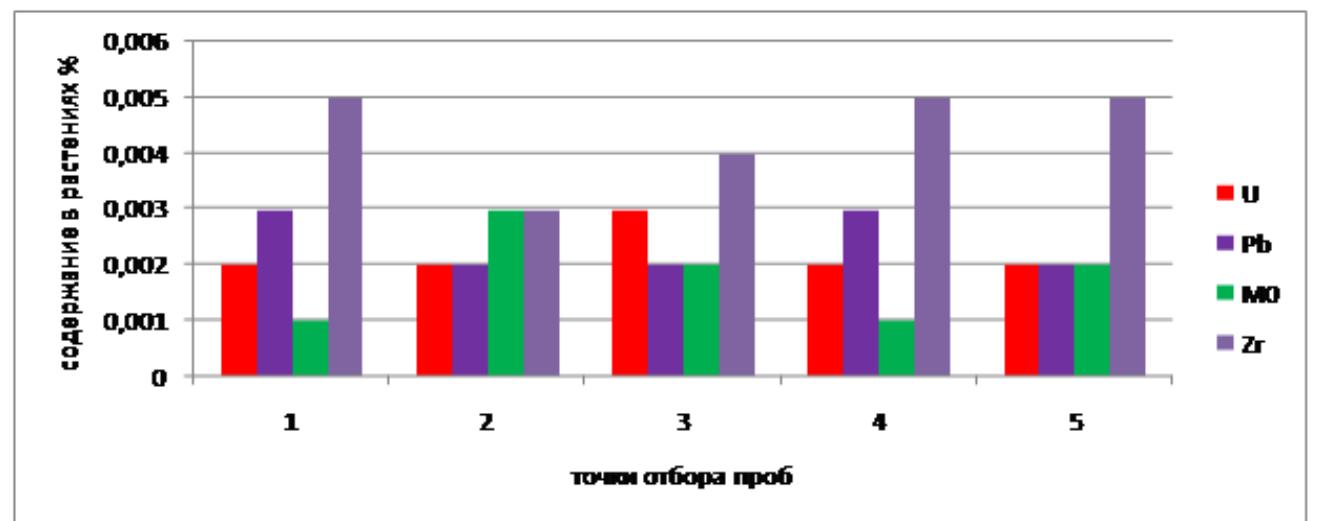


Рисунок 12. – Содержание радионуклидов и ТМ в растениях в профиле Б-3



Рисунок 13. – Радионуклиды и ТМ в растениях и почвах в профиле Б-4

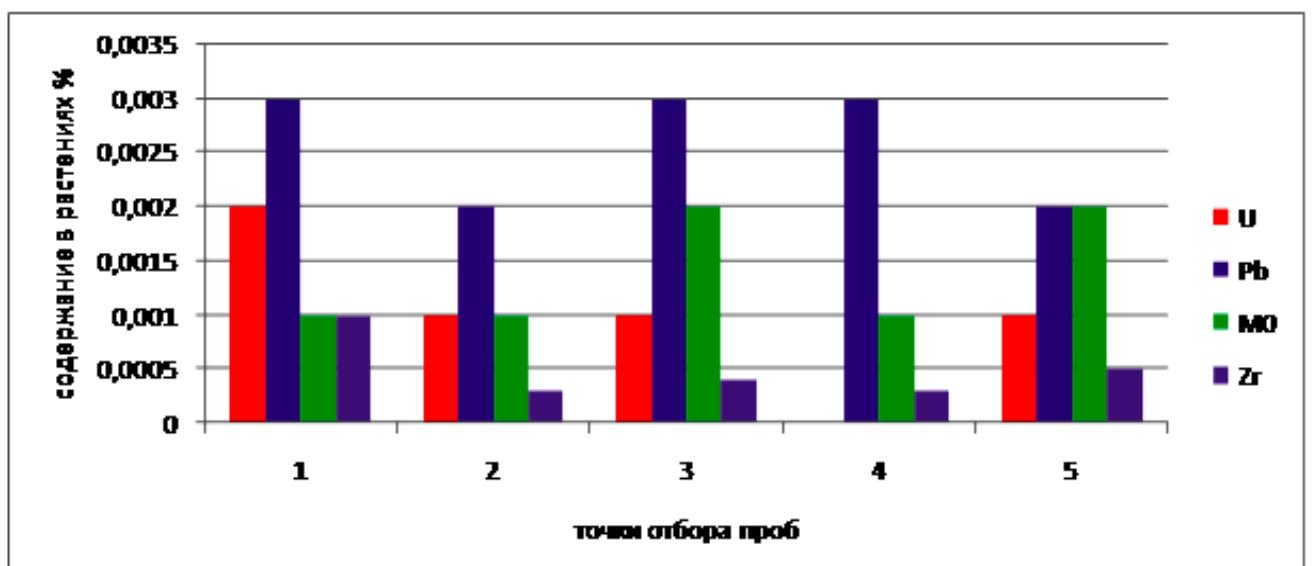


Рисунок 14. – Содержание радионуклидов и ТМ в растениях в профиле Б-5

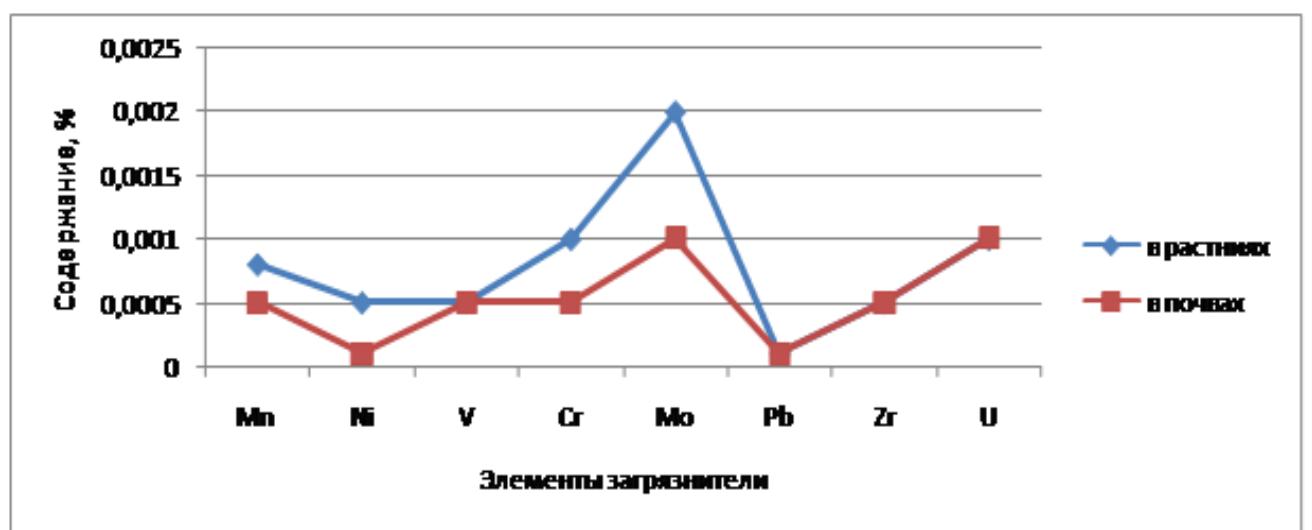


Рисунок 15. – Радионуклиды и ТМ в растениях и почвах в профиле Б-6

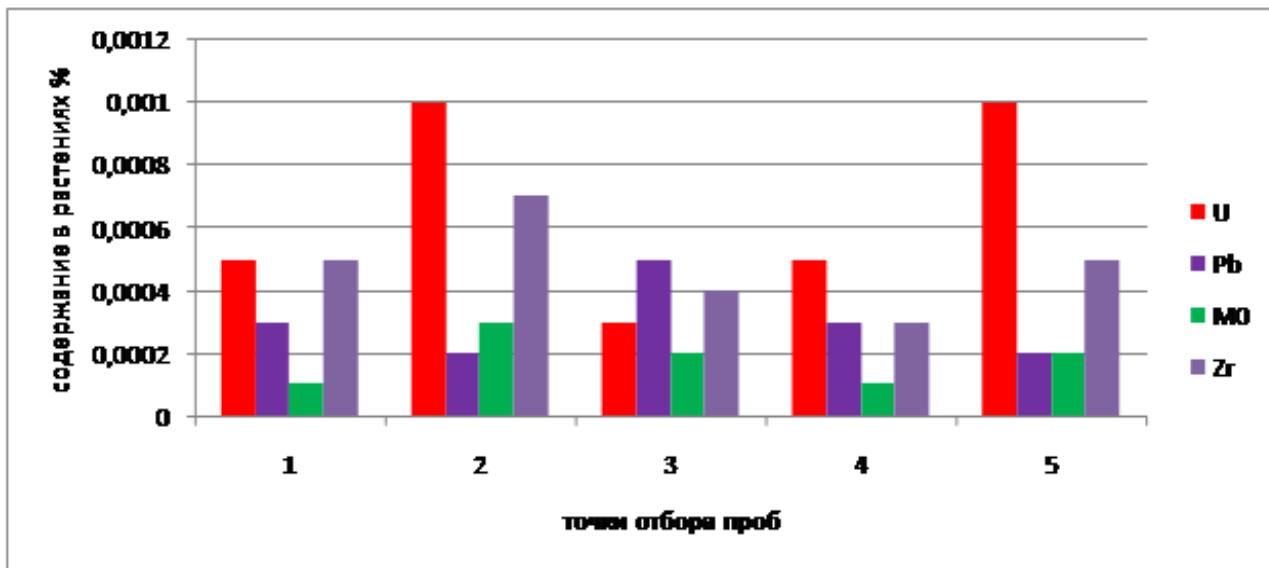


Рисунок 16. – Содержание радионуклидов и ТМ в растениях в профиле Б-8

Биогеохимический профили Б-1-Б-8 расположены в северной и южной части Дигмайского хвостохранилища. Накопление растительностью элементов-загрязнителей не отмечено. Однако по Mo, Pb, Ni и U у полыни выявлено снижение этих элементов в точки 4 и 5 с минимальным уровнем гамма-излучения.

По содержанию U-а существенных изменений в полыни и в мятлике не обнаружено. По Ni содержание у полыни 0,002% (0,001%) в трансаквальных ландшафтах, в трансэлювиальных снижается 0,0005% (0,002%) в почве 0,001%. В катране на протяжении всего профиля постоянно низкое его содержание, мятлике Ni не обнаружен, (предел обнаружения 001%). Содержание Ni в почве не обнаружено, в полыни – 0,002%, точке 7 до (0,001%). Установлено, что содержание элементов в профилей Б-1 по Б-5 по сравнению с состоянием на 2015 год, не значительно меняется. Но в полыни содержания свинца и никеля повышалось. По остальным элементам содержание элементов идентично профилю Б-4.

Фоновые профили 1-3. Фоновый профиль Дигмайской возвышенности, выявлено высокое содержание V в почве (0,001-0,005%), который плохо усваивается растениями. Обнаружены следы Mo, Ag, Zn в почвенных пробах. Содержание Sr составляет от 0,05 - 0,1%. Установлено, что Sr и U хорошо накапливается растениями. В некоторых зонах обнаружены аномальные проявления элементов-загрязнителей.

Фоновый профиль Оучи-Каллача (Профиль №2) расположен в Б.Гафуровском районе. Содержание Mn во всех точках составляет 0,001%. Аномальные точки, с содержанием Mn, V, Ba и Pb от 0,01 до 0,003%. U присутствует почти во всех точках опробования до значения 0,003%.

Результаты биогеохимического опробования и элементного состава на рисунке 17. Установлено, что содержание микроэлементов в пробах высокая, а содержание Mg во всех точках одинаково и составляет 1,0%.

Выявлены аномальные точки, с содержанием Mn, V, Ba и Pb от 0,01 до 0,003%, а U присутствует почти во всех точках опробования и составляет до 0,003%.

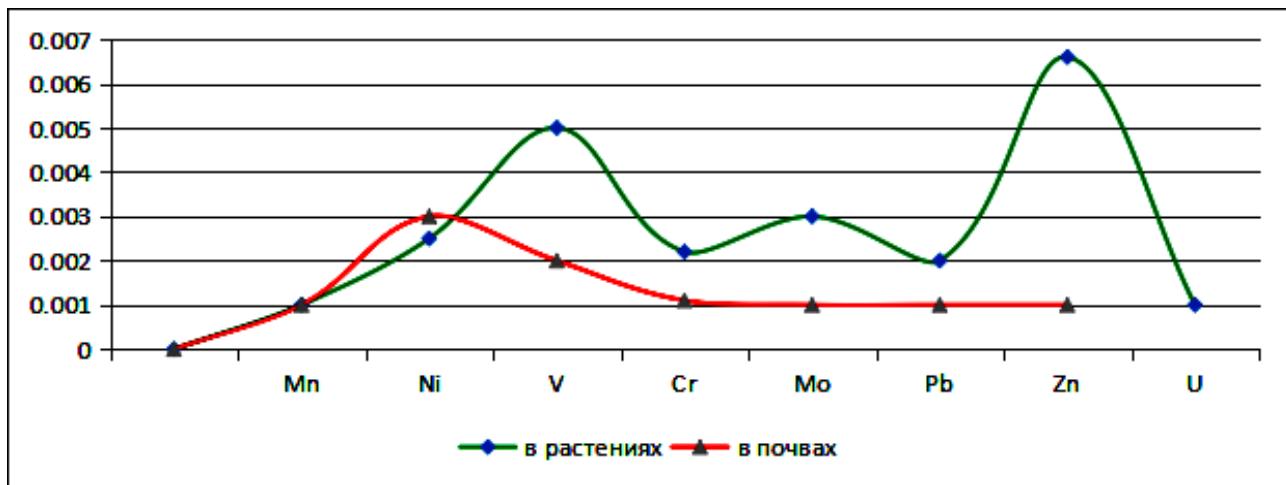


Рисунок 17. – Содержание микроэлементов в почвах и растений по фоновому профилю Оучи-Каллачи

Фоновый профиль пос. Шахристан (Профиль №3) Исследованиями установлено присутствие сравнительно высокого содержания V 0,001-0,005%, плохо усваиваемый растениями, а выявлены следы Mo, Ag, и Zn в почвенных пробах. Содержание Sr составляет от 0,05-0,1%. При этом, следует отметить, что Sr и U хорошо накапливается растениями.

Биогеохимический профиль №2 – контрольный профиль. Содержание микроэлементов почвенных и растительных пробах. Кансай (Профиль №3) – посёлок городского типа находится в Согдийской области Таджикистана. В составе почвы обнаружены плохо усваиваемые растениями W и Bi, с содержанием от 0,1 до 0,003%. Причина - в соединениях W для усвоения не доступна, в основном они встречаются в виде оксидов и не диссоциируются в почвенном растворе. Содержание U в почве составляет 0,001-0,003%.

Сугдиён ранее Такели, Профиль 4 – посёлок городского типа расположен в северо-западе Таджикистана Согдийской области, входит в состав Матчинского района. Почвы в основном светлые серозёмы очень бедные гумусом и богатые карбонатами (рисунок 18).



Рисунок 18. – Содержание радионуклидов и ТМ в растениях и почвах контрольного профиля №5 Такели, (Сугдиён)

Местами встречаются аномальные точки, с содержанием Mn, V, Ba и Pb колеблющиеся в пределах от 0,01 до 0,003%. U присутствует почти во всех точках

опробования до 0,003%. Встречаются следы Ві во всех точках.

Агаджоль (Профиль №6). Выявлено сравнительно высокое содержание ванадия 0,001-0,004%, плохо усваиваемое растениями и обнаружены следы Mo, Ni, и Zr в почвенных пробах. Установлено, что содержание Sr составляет от 0,05-0,1%. При этом, Sr и U хорошо накапливается растениями. В некоторых зонах обнаружены аномальные проявления элементов-загрязнителей.

Карамазар (Профиль 7) – горный хребет входит в состав западного Тянь-Шаня, Таджикистан (рисунок 19).

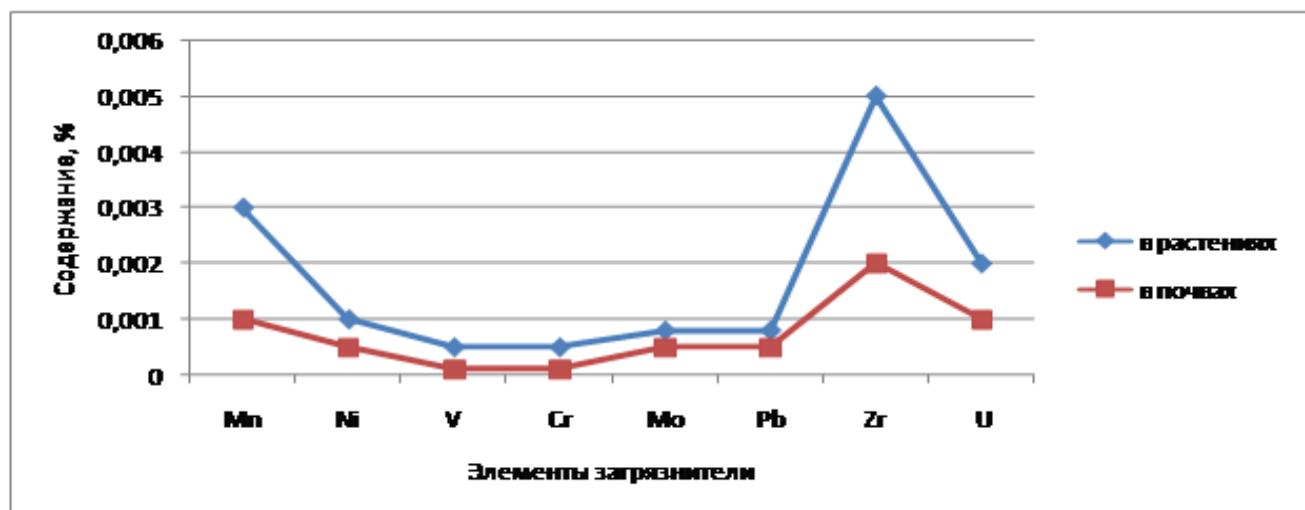


Рисунок 19. – Содержание радионуклидов и ТМ в растениях и почвах Карамазар

Выявлено довольно высокое содержание Zr 0,002-0,02%, Pb до 0,01%. Обнаружено следы Ві во всех точках опробования. Содержание Sr 0,001-0,003% и U 0,001-0,002%. Рассчитаны $K_{бп}$, которое служат для длительного биогеохимического наблюдения.

Четвертая глава «Миграция радионуклидов и тяжелых металлов в поверхностных и подземных водах на территории Таджикистана» посвящена методике отбора проб вод и методы исследования; динамики загрязнения поверхностных и подземных вод вокруг Дигмайского хвостохранилища и хвостохранилищ г.Истиклол; изучению качества родниковых вод вокруг горного массива Моголтау; исследованию качества воды реки Сырдарьи в пределах Таджикистана.

Исследования и отбор проб воды регламентируются ГОСТами с применением суммарной альфа- и бета- радиоактивности жидких проб и ДО с использованием мультиметра «SyberScan PCD 650», атомноабсорбционной, атомноэмиссионной и спектрофотометрическими и другими методами анализа. Одним из приоритетных направлений исследований было изучение динамики загрязнения ионами металлов поверхностных и подземных вод вокруг Дигмайского хвостохранилища и хвостохранилищ г.Истиклол. В 2017-2020 гг. в Б. Гафуровском районе Согдийской были исследованы 10 точках водных проб, с целью определения химических параметров. Результаты исследований по основным физико-химическим свойствам природных вод: pH, температура, содержание растворённого кислорода и электропроводности представлены в таблица 7.

Таблица 7. – Физико-химические параметры водных объектов на Б.Гафуровском районе

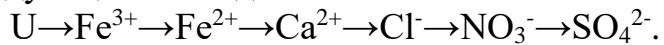
pH	Проводимость, мS	Растворенный кислород, %	Растворенный кислород, мг/л	Органические вещества, мг/л	Соленность, мг/л	Проводимость, мV	Удельное сопротивление кОм	Температура, °C
7,4	1,011	89	9,52	0,5	0,935	-75	1,005	12,1
7,37	1,56	82,4	9,16	0,746	1,488	-73,6	0,673	10,5
6,98	1,462	90,9	9,51	0,8406	1,416	-49,7	0,594	14,7
6,86	3,061	74,4	8,73	1,593	3,005	-42,1	0,313	13,2
7,16	1,776	75,5	8,79	0,675	1,692	-60	0,74	7,7
6,97	2,245	73,2	9,21	0,727	2,106	-48,9	0,689	5,5
7,58	3,26	77,1	9,25	1,197	3,16	-83,5	0,417	6,8
7,57	1,507	87,4	10,03	0,605	1,418	-83	0,835	8,9
7,72	1,318	85,1	10	0,486	1,271	-91,3	1,026	8,4
7,36	1,659	111,5	11,92	0,843	1,592	-71,3	605,9	12,9

По данным таблицы 7, концентрация ионов водорода pH воды находится в пределах референсных значений, установленных для природных вод. Проводимость воды меняется в зависимости от времен года, с небольшими отклонениями от среднего значения в некоторых местах отбора проб. Установлено, что концентрация ионов водорода pH воды находится в пределах нормативных значений. Определено, что уровень растворённого кислорода в природных водах колеблется в пределах от 8 до 112 мг/л со значительными сезонными и суточными колебаниями. Зона загрязнения приурочена к верхней части комплекса, вода минерализованная, сульфатная, нейтральная и натриевомагниевая.

Выявлено, что источником водоносного комплекса являются склоны Туркестанских гор, а разгрузки – р.Сырдарья. Отмечено высокое содержание сульфатов, тяжёлых металлов и радионуклидов, как ^{234}U , ^{238}U и ^{226}Ra , в подземных водах.

Просачивание жидкой фазы отходов носить техногенного загрязнения концентрация которых регулируется концентрации, ионов водорода pH.

Подтверждено зональное изменение приоритетных макрокомпонентов в следующей последовательности:



Поскольку в 2020 году пруд исчез, то вода из пруда просачивается вниз до линии расположения оросительного колодца и смешивается естественными грутовыми водами.

На рисунке 20 перечислены места отбора проб воды и их местоположение, а также концентрации U.

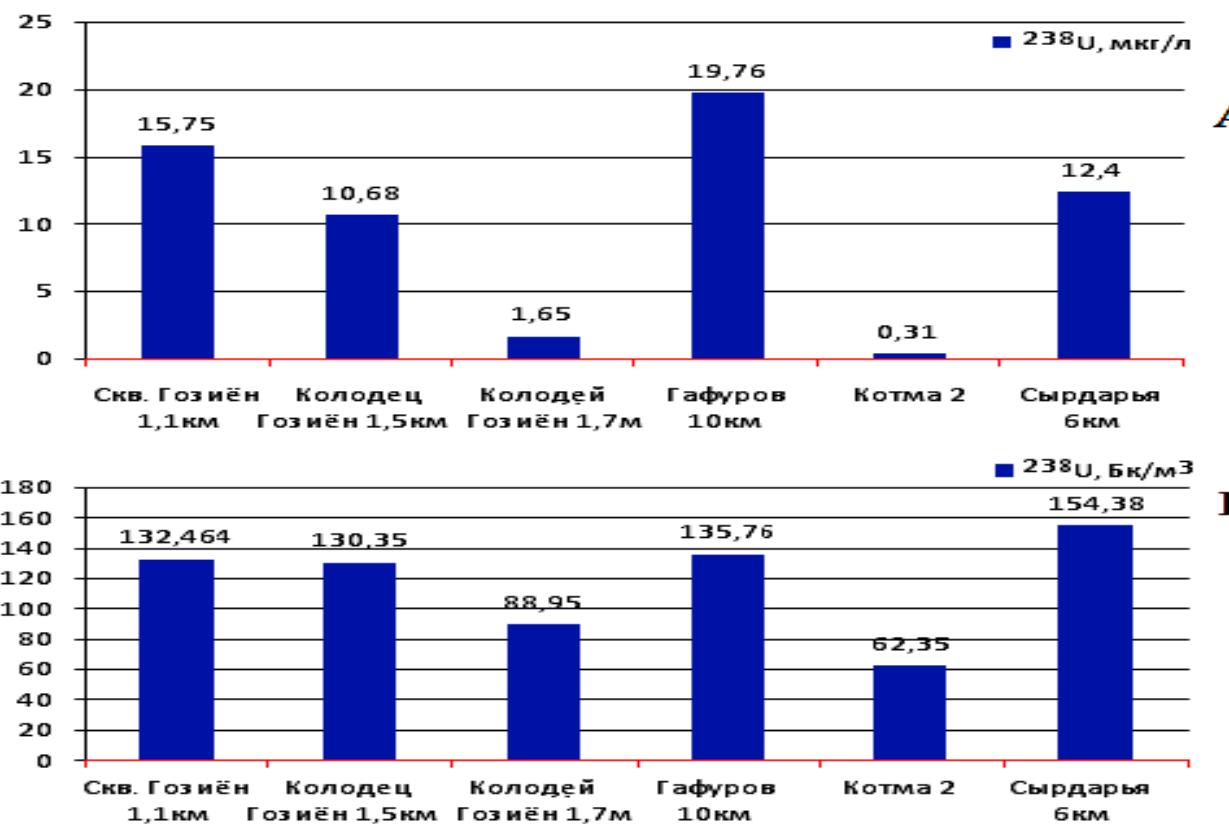


Рисунок 20. – Содержания ионов ^{238}U , мкг/л (а) и активность ^{238}U , Бк/м³ (б) водных проб отобранных в районе Дигмайского хвостохранилища

В условиях равного соотношения осадков и испарения (по 1,6 м/год) прогнозируемое время воздействия воды пруда-отстойника на объем воды в оросительных скважинах колхоза им. П.Бобокалонова (№82, 86 и 164) после исчезновения пруда определяется уравнением (в предположении одномерной плоскопараллельной схемы движения подземных вод) может быть рассчитан по:

$$Y = \frac{m \times n \times I}{D}$$

где: m – мощность загрязненного водоносного пласта 50 м; n – максимальная пористость горных пород 0,01; I – расстояние ирригационных скважин от Дигмайского хвостохранилища до 1500 м; D – удельный расход потока загрязнителей, которое зависит от свойства водопроницаемости пород равно 45 м²/сут и гидравлического уклона направления потока подземных вод:

$$I = 1,5 \text{ km}; \quad D = 0,9 \text{ м}^2/\text{сут.}$$

$$Y = \frac{50 \times 0,01 \times 1500}{0,9} = 833 \text{ сут} = 2,3 \text{ года}$$

На основе гидрохимического исследований Дигмайского хвостохранилища и хвостохранилища г. Истиклол установлено, что химический состав соответствует составу природных подземных вод в этом районе, связанное с процессами осаждения, сорбции, разбавления и кристаллизации. Концентрация U в воде из карьерного озера Истиклол составлял 2,0 мг/л, что выше, чем в воде, отобранный в районе Дигмайского хвостохранилища. В ручьях из озера Истиклол и ниже хвостохранилища концентрация токсичных тяжёлых элементов As, Mo, Mn и Fe превышали нормы для питьевой воды. Присутствие U, As, Mo и Ni представляют собой низкомолекулярные частицы с подвижными формами. Уровни

радиоактивности радионуклидов варьировались: в донных отложений г.Истиклола были выявлены аномальные концентрации до 6 кБк/кг, тогда как концентрация в почве были значительно ниже и составляла от 296 до 590 Бк/кг. Высокие концентрации изотопов ^{226}Ra и ^{228}Ra с активностью 17-32 кБк/кг были обнаружены в почве Дигмайского хвостохранилища. Полученные результаты показывают, что изотопы ^{238}U и ^{210}Pb обладают высокой подвижностью в озере г.Истиклола и что подвижность этих элементов связана с рН среды и окислительно-восстановительными процессами. В хвостах изотопы ^{238}U оказались в определенной степени подвижными, а ^{210}Pb – инертными. Миграция радионуклидов и содержание тяжёлых металлов в осадках и воде были довольно низкими. В озере г. Истиклола высоко мобильным был ^{238}U (90 мг/кг), за ним следовали Ni ($1,5 \cdot 10^3$ мг/кг) и As ($6 \cdot 10^3$ мг/кг), Cu^{2+} и Cd^{2+} ($1,5 \cdot 10^4$ мг/кг) и Pb ($3 \cdot 10^5$ мг/кг) были весьма инертны. Никаких различий в концентрации внутри можно было наблюдать в озере (1 м и 13 м). Как уровень As³⁺ в питьевой воде собранная в г.Истиклоле (участок 2) 10 мг/л была аналогична верхней. В озере карьера концентрация As³⁺ и Ni²⁺ не изменились. Годовые изменения U⁶⁺ и особенно концентрации Mn²⁺, Fe²⁺, Mo²⁺ были значительными, более высокие в августе 2020 года, по сравнению с показателями ноября 2017 г. (таблица 8).

Таблица 8. – Концентрации микроэлементов в водах различных участков Таджикистана, в 2017 и 2020 гг

Источн. воды	Концентрация воды, мг/л							
	As ³⁺	Ni ²⁺	Cr ³⁺	Mo ²⁺	Se ²⁺	Mn ²⁺	Th ²⁺	Zn ²⁺
2017г								
Истиклол, Карьер	24	3.5	3.5	335	4.8	27.1	0.07	63
Истиклол. пить	10	4.0	3.0	64	3.8	7.0	-	-
Истиклол. вода	2.0	-	1.3	42	2.4	14	-	-
Бустон.пить.вод	0.3	0.9	1.4	4.4	1.4	21	-	9
Вода Гозиён	0.1	1.4	1.4	3.3	1.2	12	0.02	34
Бустон водканал	0.1	-	0.9	4.0	1.8	30	-	-
Сырдарья, 1	11	2.6	2.6	14	2.2	20	0.01	8
Сырдарья, 2	3	3.7	3.7	15	2.7	15	0.01	4
2020								
Карьер озер, 1 м	25	3.8	-	34	-	13	0.005	-
Карьер оз., 13 м	27	3.9	-	36	-	14	0.001	-
Р. Сырдаря	31	4.8	-	15	-	1	0.0001	-
Гулистон	5	4.9	-	12	-	46	0.001	-
Скв. №87	24	3.1	-	31	-	1	0.001	-
Скв. №18	2.5	12	-	0.77	-	119.0	0.001	-
ПДК	10	70	-	70	-	40	-	-

Подтверждено, что U⁶⁺ преимущественно накапливается в костной ткани, почках, жабрах, а затем в печени, и только небольшая часть может концентрироваться в мышцах рыб. Концентрация радионуклидов и других микроэлементов также были относительно высокими в озере и артезианских водах (таблица 9).

Таблица 9. – Концентрация микроэлементов в пробах почвы и ДО г.Истиклола и Дигмайского хвостохранилище

Место положение	Диапазон	Концентрация микроэлементов, мг/кг					
		As ³⁺	Cr ³⁺	Cu ²⁺	Ni ²⁺	Pb ²⁺	Cd ²⁺
Карьер почва 0-5 см	Среднее	150	17	63	6	130	2
	Min	120	15	49	4	88	1
	Max	180	19	80	8	180	2
Ручей донные отлож	Среднее	240	23	220	6	700	2,9
	Min	160	19	100	5	310	3
	Max	310	27	420	7	1800	3
Дигмай трещины 0-5см	Среднее	230	81	130	25	290	2
	Min	39	24	35	4	160	2
	Max	590	170	270	60	550	2
Карьер донные отлож	Среднее	820	22	150	2	670	1
	Min	360	16	87	1	340	1
	Max	1800	34	240	3	1200	2

Массив Моголтау расположен к северу от Мирзарабатского хребта, примыкающий к южной стороне Ферганской долиной. Многие жители, проживающие вблизи массива в качестве питьевого, используют воду из действующих источников (таблица 10).

Таблица 10. – Химический состав пробы воды отобранных из родников в районе гор Моголтау

Некоторые свойства и состав воды	Населенный пункт						ПДК
	с.Октош	Кик-Тал	с.Некрох	с.Хулбазо р	с.Шаббол а	с.Барис	
pH	7,2	7,4	7,0	7,2	6,8	7,1	6,0-9,2
Окисляемость, мг/л	1,04	-	-	0,81	-	-	4,2
(NH ₄ ⁺), мг/л	следы	следы	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	0,002-0,003
Na ⁺ и K ⁺ , мг/л	63	-	-	46,2	-	-	-
(Mg ²⁺), мг/л	42	65	27,8	34,2	15,4	-	20-84
(Ca ²⁺), мг/л	102	227	50,2	56,2	43,1	23,3	30-142
(Fe ³⁺), мг/л	0,05	0,82	-	не обн.	-	-	0,3
(Cl-), мг/л	72,7	131,12	55,1	30,2	25,1	35,1	353
(NO ₃ ⁻), мг/л	10,1	8,12	16,7	18,2	15,3	26	44
(NO ₂ ⁻), мг/л	следы	следы	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	0,001-0,004
HCO ₃ ⁻ , мг/л	195,1	-	210,4	219,5	170,7	213,6	-
(SO ₄ ²⁻), мг/л	275	782	-	155,6	-	124	500
Общая жесткость, мг.экв./л	8,6	16,7	4,7	5,5	3,42	3,91	7
Щелочность, мг.экв./л	3,2	-	3,4	3,5	2,7	3,4	-
Сухой остаток, мг/л	821	1716	-	512	-	204	1000
(U ⁶⁺), мг/л	0,071	21	-	-	-	-	1,7

Установлено, что по кислотно-основным свойствам подземные источники относятся преимущественно к нейтральным, при чем для большинства родников pH находится в пределах 6,5-7,5.

Слабощелочные источники встречаются в родниках сел Октош, Учбог, Кик-

Тал месторождения 3 мкр, Чашма, Каторчашмаи Сечашма (основные). Значения pH колеблются в диапазоне от 7,6 до 8,3. Изучение химического состава воды и информации о главных ионах демонстрирует, что в основном доминирующими анионами выступают гидрокарбонаты. Водные объекты Хулбазор и Барис преобладают ионы SO_4^{2-} и Fe^{2+} , а также шахтные воды месторождения Киик-Тал. В катионном составе преобладают ионы Mg^{2+} и Ca^{2+} . Ионы кальция преобладают только в пресноводных источниках. По кислотно-основным свойствам родники преимущественно нейтральны. Общая жёсткость воды колеблется от 3,4 до 16,8 мг-экв/л. В пресных водах наблюдается неравномерная тенденция к увеличению жёсткости воды, содержания гидрокарбонатов, ионов Mg^{2+} и Ca^{2+} , а также сульфат-ионов по мере минерализации.

Региональной проблемой является качество воды реки Сырдарья, в том числе и в пределах Республики Таджикистан. В соответствии требований ГОСТ 17.5.1.03-86 осуществлён отбор проб воды и ДО на различных участках реки Сырдарьи и Кайраккумского водохранилища (рисунок 21).



Рисунок 21. – Схема отбора проб воды и точки расположения в р.Сырдарья

Твёрдые пробы анализированы на содержание ТМ и водорастворимого SO_4^{2-} , а концентрацию подвижных форм ТМ в составе воды и донных отложений определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии. Установлено, что наиболее опасным среди ТМ являются Hg, Cd, Cr, Pb, Ni и As. ТМ в водных объектах находящихся в растворимом или абсорбционном состоянии. В составе воды и ДО концентрации подвижных форм ТМ определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии и ионной хроматографии (таблица 11).

Сравнительно высокое содержание ТМ в воде и ДО позволит выявить геохимическую аномалию, характерно для областей Туркестанских и Кураминских хребтов. Содержание ТМ в ДО реки Сырдарья зависит не только от гидрохимических особенностей бассейна рек но и от гранулометрического состава донных отложений. Коэффициенты корреляции содержания ТМ в ДО составляет 0,5- 0,8 мг/л.

Таблица 11. – Средняя концентрация некоторых ионов тяжёлых металлов в воде, донных отложениях, в почвах и растениях

Элементы	Вода, мг/л	ПДК вода, мг/л	ДО, мг/кг	Почва, мг/кг	Полынь, мг/кг
Cr ³⁺	0,011	0,05	1,2	0,07	0,23
Pb ²⁺	0,16	0,01	80	0,02	50
Cd ²⁺	0,008	0,001	0,4	-	0,02
Hg ²⁺	0,006	0,0005	0,15	-	0,031

Как видно, из рисунка 22, наблюдается повышенное содержание ТМ в осадке на участках 6, 7, 8 и 9. Это, вероятно, связано с гидродинамическими режимами и циркуляцией, приводящими к перемешиванию воды в направлении течения. Распространение ТМ в ДО было ярко выраженным в 2016 по 2020 гг., при этом результаты содержания ТМ в 2016 г были относительно ниже, чем в 2020 г. В 2020 г содержание Zn было значительно выше, что отразилось на концентрации Zn на входе из водохранилища.

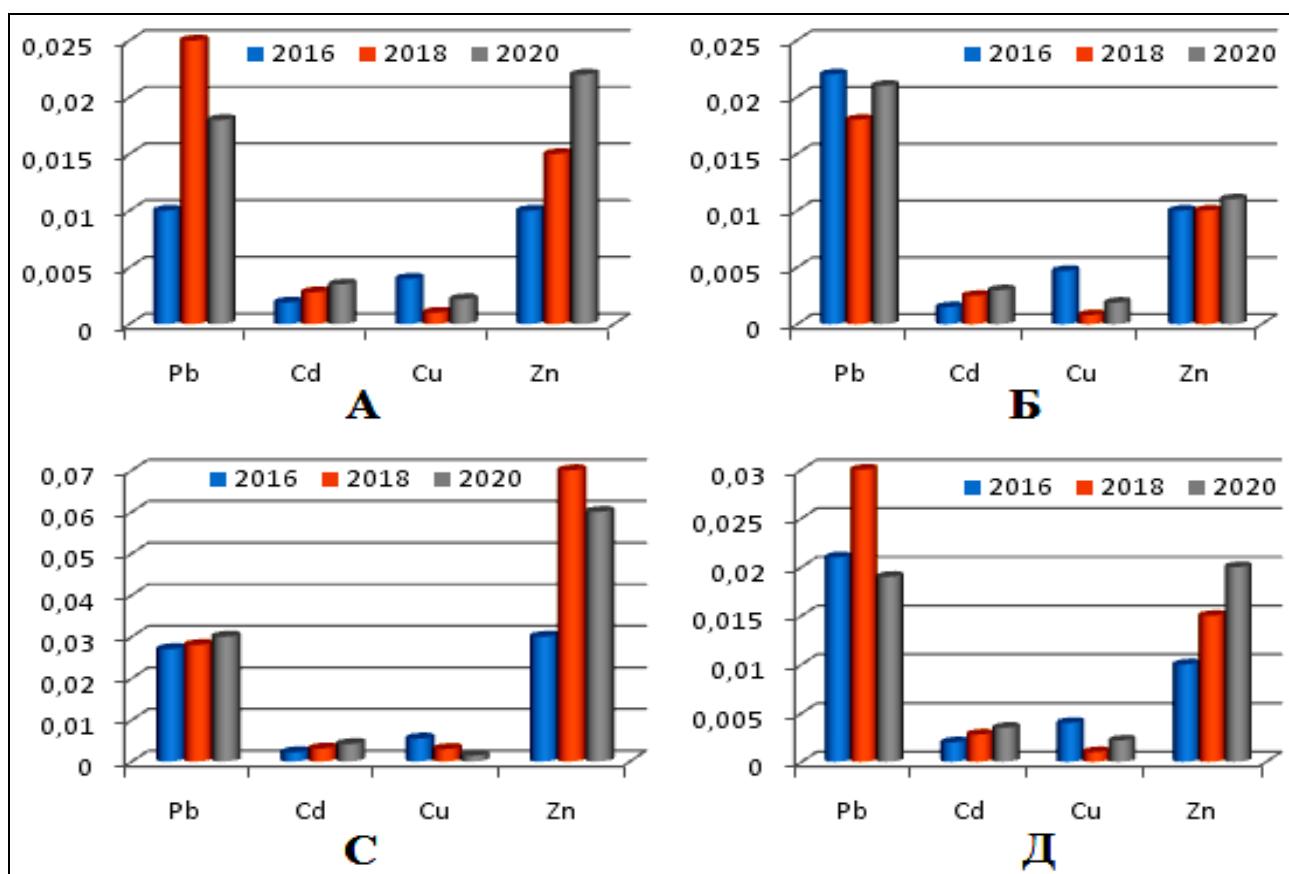


Рисунок 22. - Динамика изменения ТМ в ДО Кайракумского водохранилища: а – точки 1, 2, 3; б – точки 4, 5; в – точки 6, 7, 8; г – точки 9, 10

Накопление ТМ до средних концентраций в несколько сотен раз превышает содержание Cu в речной воде (рисунок 23).

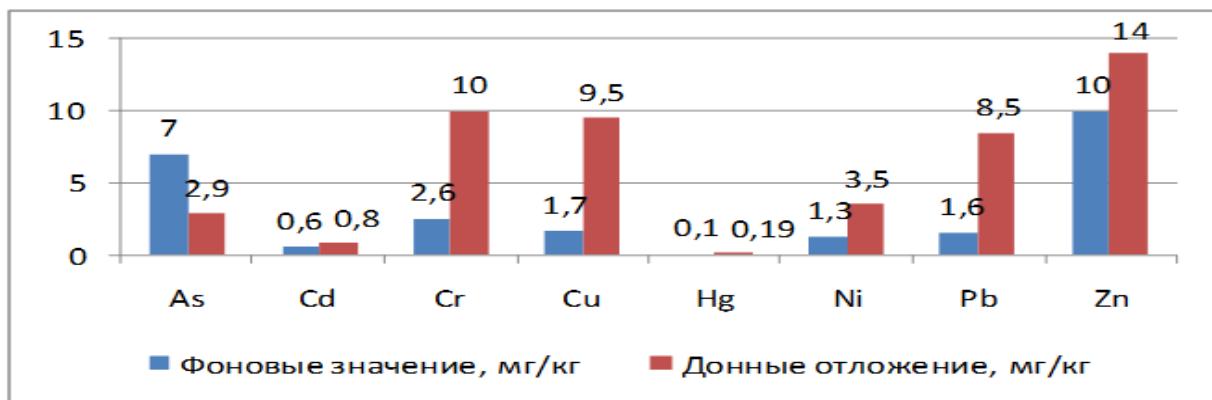


Рисунок 23. – Сравнение концентрации элементов в ДО с фоновыми значениями р.Сырдарьи

Учитывая проникновение ТМ в воду, из воды в осадки, из ДО в воду в результате десорбции, происходит обратное увеличение концентрации ТМ, как Cu, Zn и Ni в воде. Полученные данные свидетельствуют о том, что ДО в реке Сырдарьи может быть источником вторичного по отношению к ТМ загрязнения воды. Установлено, что в пределах уменьшения размера частиц в ДО, увеличивается содержание ТМ в ДО. В настоящее время, выявлено, что в бассейне реки Сырдарьи поверхностные и подземные стоки привели к качественному изменению состава речной воды (рисунок 24).



Рисунок 24. – Средняя концентрация некоторых ионов ТМ в воде в объектах реки Сырдарьи

Для контроля и регулирования химического состава водных объектов используется система ПДК загрязняющих веществ. Установлено, что содержание ТМ в диссоциированной форме зависит от состава различных солей, pH и наличия условий для прохождения химических реакции гидролиза и комплексообразования. Выявлено, что в качестве воды могут влиять увеличение верхнего и нижнего притока реки Сырдарья. Ионы Pb, Zn и Cu легко очищаются в трансграничном регионе, где они быстро фильтруются во время высокоскоростных трансграничных периодов. Процесс протекает более интенсивнее при разбавлении и естественной очистке. Установлено, что содержание ионов ТМ (Cu, Zn, Mn) в ДО прежде всего определяется питанием

водохранилища и с минеролого-геохимическими особенностями. Поскольку, в пределах уменьшения размера частиц в ДО, соответственно тем больше содержания ТМ в ДО.

В пятой главе диссертации отражены «Радиологического воздействия радона для условий различной среды» дана оценка методам измерения радона и дочерних продуктов распада радона в объектах окружающей среды; исследованию дочерних продуктов распада радона в различных средах; радиационной ситуации на территории Дигмайского хвостохранилища и её влияние на окружающую среду и управлению экологической безопасностью и оценка качества жизни населения.

Радоновый мониторинг проводился с применением, как интегрального, так и мгновенного метода измерения, с применением установленных 265 трековых детекторов, в районе Дигмайского хвостохранилища и пос. Газиён (таблица 12).

Таблица 12. – Среднее содержание ЕРН в воздухе и почве в районе Дигмайского хвостохранилища

ЕРН	В воздухе, Бк/м ³			В почве, Бк/кг		
	фоновые	Газиён	Хвостохранилище	фоновые	Газиён	Хвостохранилище
²¹⁰ Pb	0,5·10 ⁻⁴	1,3·10 ⁻⁴	11,1·10 ⁻⁴	49	98	12500
²¹⁰ Po	0,5·10 ⁻⁴	1,3·10 ⁻⁴	11,1·10 ⁻⁴	36	62	12500
²²⁶ Ra	3,1·10 ⁻⁵	4,0·10 ⁻⁵	37,0·10 ⁻⁵	32	65	7450
²²⁸ Th	0,8·10 ⁻⁵	2,6·10 ⁻⁵	5,2·10 ⁻⁵	12	24	2700
²³⁰ Th	5,0·10 ⁻⁵	1,5·10 ⁻⁴	2,6·10 ⁻⁴	60	120	13500
²³⁴ U	2,2·10 ⁻⁵	2,8·10 ⁻⁵	4,3·10 ⁻⁵	13	25	1025
²³⁸ U	2,3·10 ⁻⁵	2,5·10 ⁻⁵	4,0·10 ⁻⁵	10	20	900
²²² Rn	20	50	250	-	-	-

На основе измерений значения ЭРОА RaA, RaB и RaC были проведены расчёты по формулам методов Маркова и Томаса.

$$C_{\text{радона}} = \frac{\text{ЭРОА}_p}{F}; \quad \text{ЭРОА}_m = \frac{0,44 \cdot n}{e \cdot n \cdot W \cdot K_T},$$

где: Ср – объёмная активность ДПР радона (RaA, RaB, RaC);

ЭРОА - эквивалентная равновесная объёмная активность радона и торона;

F – коэффициент равновесия между радоном и продуктами его распада;

е – эффективность регистрации альфа- излучения, с⁻¹*Бк⁻¹;

н – эффективность улавливания аэрозолей фильтром;

W – средняя объёмная скорость прокачки воздуха через фильтр, л*мин⁻¹;

K_T – коэффициент Кузнецова, определяемый по таблице, мин⁻¹*Бк⁻¹.

Основным параметром диффузионного процесса является коэффициент диффузии D. Физический смысл его вытекает из первого закона Фика:

$$dm = DS \frac{dc}{dx} * dt, \text{ при } S = 1 \text{ см}^2 \quad \frac{dc}{dx} \quad \text{и формула принимает вид } D = \frac{dm}{dt} = 1$$

где: dm - масса вещества, диффундирующего за время dt через площадку S, перпендикулярную направлению диффузии x;

ds/dx – градиент концентрации в направлении x.

Исследована кинетика экскальяции радона-222 на баковой модели фракциях (класса - 50+25 мм) при разных температурах (283К, 293К, 303К) (рисунок 25).

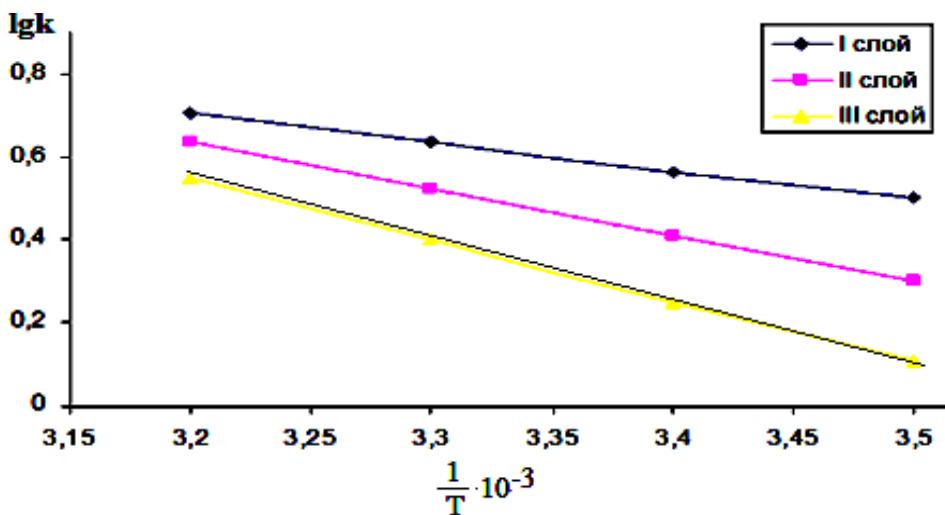


Рисунок 25. – Зависимость $\lg K$ от обратной абсолютной температуры $1/T$

Характер кривых показывает, что эксхаляция радона-222 проходило по закону, приближающемуся к параболическому. С повышением температуры воздуха увеличивается эксхаляция радона-222. Истинная скорость эксхаляция радона-222 на первом рассчитанная по формуле $K = \Delta OA * \Delta t$ составляет 3,08 и 3,73 и 4,70 $\text{Бк} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{с}^{-1}$, соответственно, при температурах 283, 293 и 303К. Кажущаяся энергия активации эксхаляции радона-222, вычисленная по тангенсу угла наклона прямой зависимости $\lg k - 1/T$ и по формуле $E = 2,3 \cdot R \cdot \operatorname{tg} \alpha = 4,575 \cdot \operatorname{tg} \alpha$ составляет 1,22 кДж/моль. Стационарное распределение Rn-222 вблизи поверхности хвостохранилища определяется экспоненциальным законом:

$$Cr = \frac{KRn * Q}{\lambda Rn} (1 - \exp(-|z| \sqrt{\lambda Rn / \Delta z})), z < 0$$

$$C = Co \exp(-z \sqrt{\lambda Rn / \Delta z}), z \geq 0$$

$$Co = C(z=0)$$

где K_{Rn} – коэффициент эманирования Rn-222;

Δg – коэффициент диффузии в грунте;

Δz – коэффициент диффузии;

Q – темп наработки атомов Rn-222 в единице атома подпочвенного слоя.

Поскольку источником Rn-222 является α -распад радия, то величина Q определяется уравнением: $Q = \lambda_{Ra} * P_{Ra} * \rho / m * A_{Ra}$, где P_{Ra} весовая концентрация Ra-226 в граммах на грамм; λ_{Ra} и A_{Ra} постоянная распада и атомный вес радия.

Подставляя данные соотношения в граничное условие на земной поверхности получим связь концентрации Rn-222 в приземном слое Co с величиной Q :

$$Co = \frac{mKRn * Q}{\lambda Rn} \sqrt{\frac{\Delta z}{\Delta g}} \approx P_{Ra}$$

где: Δg – коэффициент диффузии в радиоактивных отходах. Для Дигмайского хвостохранилища $\Delta g = 0,018 \text{ см}^2/\text{с}$.

Выяснено, что типичные показатели плотности потока радона колеблются в диапазоне 10–65 $\text{Бк}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, а ежегодный выброс радона в атмосферу превышает 30 ТБк. Это дает возможность к заключению, что масштабы задач, связанный с эмиссией радона из Дигмайского хвостохранилища, представляются более серьезными, чем предполагалось ранее.

Подтверждено, что исключительно высокий поток радона в атмосферный

воздух способствует формированию таких продуктов его распада, как ^{210}Po и ^{210}Pb , которые осаждаются на прилегающие территории.

Активность других радионуклидов уранового ряда в аэрозолях, оценивались нами по установленным региональным соотношениям и в предположении равновесия $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ и $^{210}\text{Pb}/^{210}\text{Po}$.

Определены средние значения мощности дозы гамма-излучения в окружающей среде на участках удаленных от хвостохранилищ, которое оцениваются приблизительно в 0,15 мкЗв/ч, что наиболее значимыми источниками опасности от радиации являются гамма-лучи, попадание радионуклидов в организм через дыхательные пути, и повышенная концентрация радона в воздушной среде. Результаты проведённого радонового мониторинга на территории радиоактивного Дигмайского хвостохранилища и населённого пункта – посёлка Газиён обобщены в таблице 13.

Таблица 13. – Средние значения ОА и ЭРОА радона в воздухе на территории Дигмайского хвостохранилища

Место установки детекторов	Количество, штук	ОА радона, $\text{Бк}/\text{м}^3$	ЭРОА радона, $\text{Бк}/\text{м}^3$
Дигмайское хвостохранилище	105	600	360
пос. Газиён	160	42	25

Анализ проб воздуха выявил, что уровень активности радона колеблется от 300 $\text{Бк}/\text{м}^3$ до 700 $\text{Бк}/\text{м}^3$. На открытых территориях хвостохранилища зафиксированы значения концентрации радона в диапазоне от 16 до 1500 $\text{Бк}/\text{м}^3$. Повышенное содержание радона обнаружено вблизи разломов и трещин. По краям хвостохранилища наблюдался относительно заниженные концентрации радона. Кроме того, долгоживущие продукты распада радона, такие как ^{210}Po и ^{210}Pb связаны с частицами пыли, могут внести свой вклад в дозовую нагрузку, особенно в ветреную погоду, не только за пределами площадки, но и в ближайшем посёлке Газиён.

Управление экологической безопасностью и оценка качества жизни населения являются критическими аспектами устойчивого развития и благополучия сообществ. С целью захоронения радиоактивных отходов были использованы метод трековых эманаций. Модифицированы методы Маркова согласующиеся с результатами метода Томаса для расчёта RaA. Радиационный мониторинг является необходимым элементом управления рисками в области радиационной безопасности в Республике Таджикистан.

В шестой главе «Методы прогнозирования и модели управления экологической безопасностью» приведены результаты исследований по моделированию радона в различных экологических средах; модели распределения радона на Дигмайском хвостохранилище; математическое моделирование фильтрации воды и миграция элементов загрязнителей в Дигмайском хвостохранилище и нормативная модель распространения радиоактивного загрязнения в атмосфере. Для описания процесса диффузионного распространения для каждого слоя используется дифференциальное уравнение вида:

$$D \frac{d^2 N}{dx^2} - \lambda N = a$$

где: D – кажущийся коэффициент диффузии; N – концентрация ^{222}Rn (с^{-1}); λ – постоянная распада ^{222}Rn ; a – количество ^{222}Rn выделяющегося с 1см^3 породы, в уравнении предполагается, что ось x направлена снизу вверх.

На основе фактических данных рассмотрим каждый слой граничных условиях:

$$N(0) = 1650 * 10^{-6}, \quad N(20) = 1100 * 10^{-6}, \quad \text{далее } D = 33,6 * 10^{-4}; \quad a = 14,784 * 10^{-6}; \quad N_0 = -\frac{a}{\lambda} = -7,04$$

$$K_{1,2} = \pm \sqrt{\frac{2,1 * 10^{-6}}{33,6}} = \pm 0,25 * 10^{-3};$$

Общее решение уравнения имеет вид:

$$N(x) = A_1 e^{0,25 * 10^{-3} x} + A_2 e^{-0,25 * 10^{-3} x} - 7,04.$$

Используем граничные условия и систему по правилу Крамера подставляя значения A_1 и A_2 в формуле находим решения задачи в первом втором и третьем слое:

$$N(x) = 4,45 e^{0,25 * 10^{-3} x} + 2,85 e^{-0,25 * 10^{-3} x} - 7,04; \quad 0 \leq x \leq 20$$

$$N(x) = -0,5 e^{0,2 * 10^{-3} x} + 35,75 e^{-0,2 * 10^{-3} x} - 7,04; \quad 20 \leq x \leq 40$$

$$N(x) = -0,5 e^{0,4 * 10^{-3} x} + 35,75 e^{-0,4 * 10^{-3} x} - 7,04; \quad 40 \leq x \leq 60$$

В моделях I и II образовалась стабилизация, как правила, она достигается к 20-му и 15-му дням измерений для первого и второго слоев соответственно. В третьем слое, расположенному на поверхности модели, равновесное состояние наступает к 30-му и 25-му дням. Используя пакет программ «Ecolego», сравниваем расчётные и экспериментальные данные. В таблице 14 показаны сравнительные данные натурных измерений с результатами расчётов.

Таблица 14. – Сравнение результатов измерений ЭРОА с расчётными

№ проб	ЭРОА радона, $\text{Бк}/\text{м}^3$		
	Фактические данные	Расчётные данные	
		Модель Гаусса	Модель ОНД-86
1	11	8	103
2	46	8	208
3	17	7	176
4	56	39	207
5	27	47	253
6	21	45	229
7	43	69	235
8	41	68	245
9	52	9	191
10	3	10	223
11	53	7	163
12	12	8	193
Среднее значение	31.8	27.1	202.2
Расхождение с фактическим		-15%	535%

Дигмайское хвостохранилище имеющее в плане сложную форму, было разбито на пять четырёхугольных источников, со своим средним значением ППР

и общей мощностью выброса радона. Результаты расчётов концентрации радона, проведённые с использованием различных моделей, кардинально отличаются (рисунки 26-27).

В частности модель ОНД-86 даёт значительно более высокие концентрации, по сравнению с моделью Гаусса. Для сравнения расчётных и фактических данных были проведены измерения ЭРОА радона в двенадцати точках, равномерно распределенных по площади хвостохранилища. На основе анализа значения ППР был рассчитан годовой выброс радона: $8,15 \cdot 36 \cdot 10^2 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 90 \cdot 10^4 \sim 231,32 \cdot 10^{12}$ Бк/г ~ 6260 Кн/год.

Влияние погодных условий на результаты фактических измерений для обеих моделей, однако, среднее значение, полученное с помощью модели Гаусса, относительно неплохо сходится с фактическим. Однако замеры, проведённые на границе санитарно защитной зоны, показали, что ЭРОА радона в этой области находится в пределах 3-10 Бк/м³, что соответствует фоновым значениям.

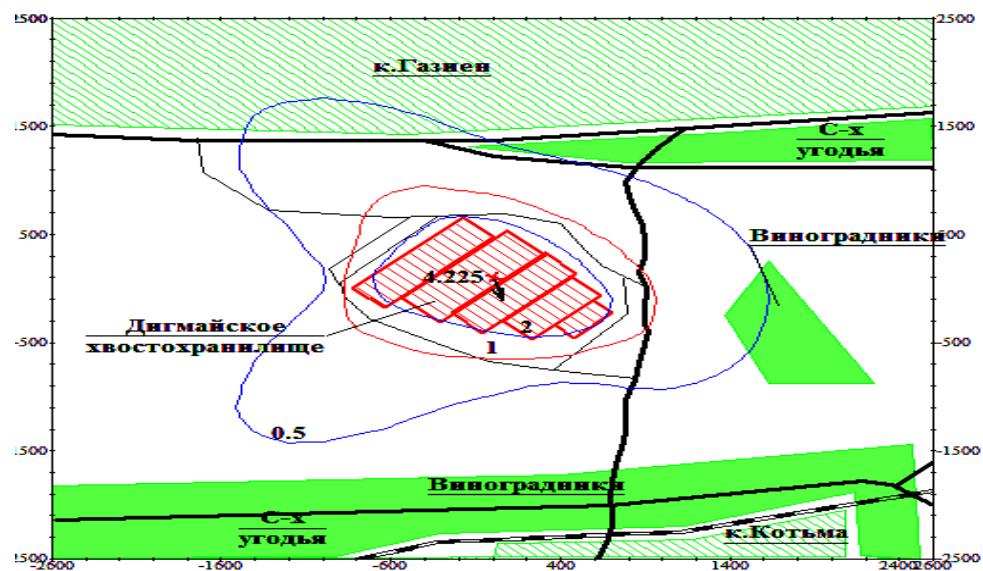


Рисунок 26. – Средние годовые значения концентрации радона, рассчитанные на основе модели «ОНД-86»

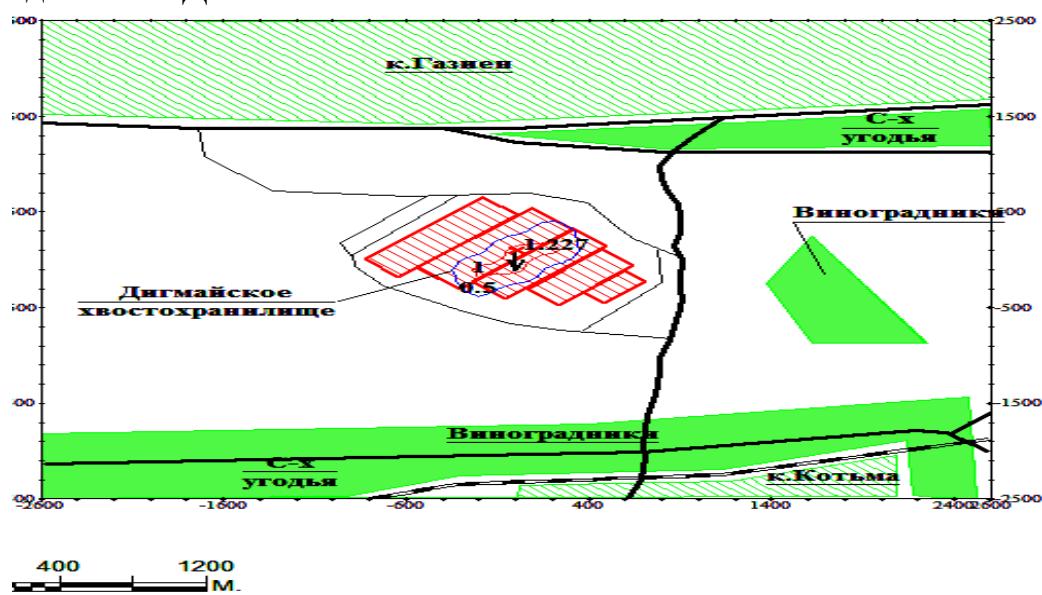


Рисунок 27. – Средние годовые значение концентрации радона, рассчитанные на основе модели Гаусса

Выявлено, что модель ОНД-86 не отражает реальную картину, связанное, видимо с тем, что эта модель, в первую очередь, предназначена для расчёта концентрации загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах предприятий ориентирована достаточно высокие точечные источники, типа заводских труб и т.д. Результаты исследований позволяют рекомендовать модель Гаусса для прогноза вторичной переработки материала хвостохранилища. Для расчета миграции радионуклидов в почве и воздухе была использована математическое моделирование в системе «Ecolego» (Рисунок 28).

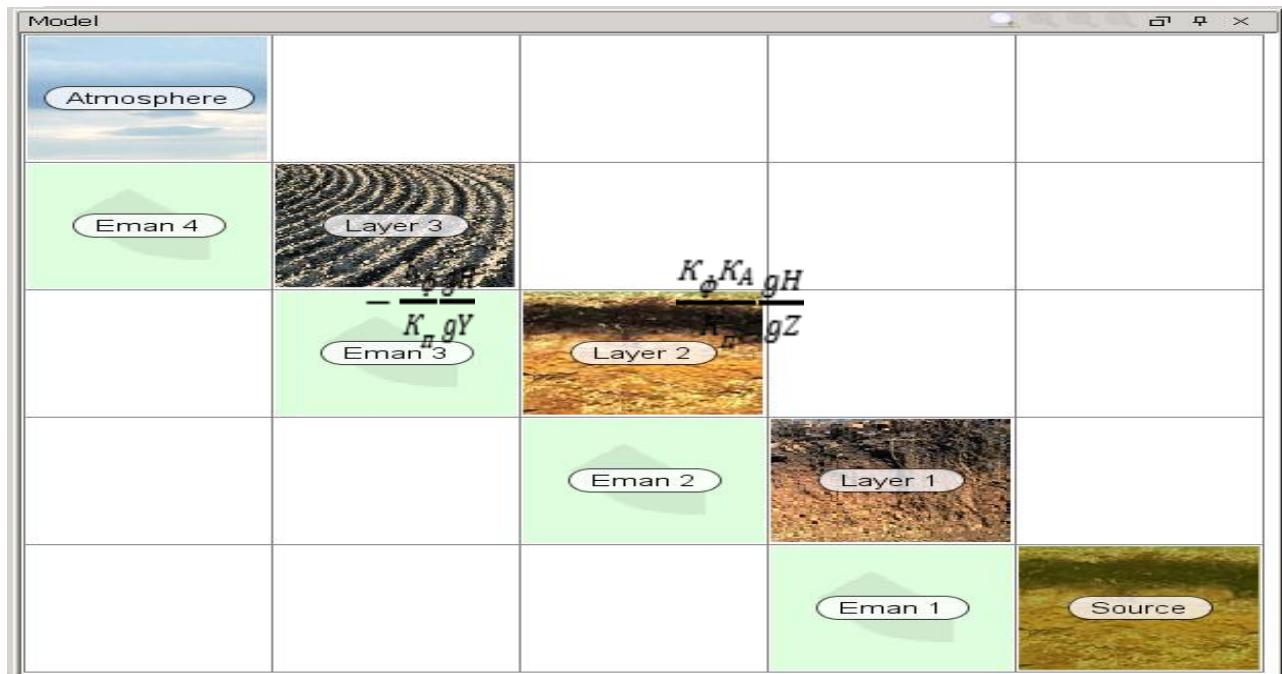


Рисунок 28. – Матрица модели «Ecolego»

Конфигурация включает в себя слой "Source", выделяющий радон-222, три слоя инертной почвы — "Layer 1", "Layer 2", "Layer 3", а также атмосферу "Atmosphere". Блоки, расположенные под главной диагональю, такие как "Eman 1", "Eman 2", "Eman 3", "Eman 4", отражают перенос радоновой эманации между различными частями, составляющими модель. На основе проведенных исследований можно заявить об значимом соответствии между данными, полученными в ходе экспериментов, и результатами математического моделирования, выполненного с помощью объединенной программы «Эколего». Это, в свою очередь, дает возможность получать необходимые начальные данные для проектирования захоронения расчетным методом.

Исследования в области фильтрации воды и миграции элементов загрязнителей в районе Дигмайского хвостохранилища осуществлены путём математического моделирования этих процессов. Для определения скоростей (пространственные составляющие скорости в любой точки пласта) используется следующие основные уравнения:

$$U = -\frac{K_\phi gH}{K_\pi gX} \quad V = -\frac{K_\phi gH}{K_\pi gY}, \quad W = \frac{K_\phi K_A gH}{K_\pi gZ}$$

где: $H (X, Y, Z)$ - $U (X, Y, Z)$, $V (X, Y, Z)$, $W (X, Y, Z)$ - Q_i – дебит i -й скважины; X_i, Y_i – координаты забоя i -й скважины; F_i^1, F_i^2 – абсолютные отметки

нижней и верхней части фильтра; B_i^1 ; B_i^2 – абсолютные отметки кровли нижнего подошвы и верхнего водоупора; $K_\phi(X, Y, Z)$ – коэффициенты фильтрации; $K_n(X, Y, Z)$ – коэффициенты активной пористости; $K_A(X, Y, Z)$ – коэффициенты анизотропии фильтрационных свойств (отношение вертикального к горизонтальному); g – гидравлический уклон; i – угол направления движения пластовых вод; σ – поверхность, охватывающая фильтр i -й скважины; U_n – проекция скорости на нормальной поверхности; K_o – количество скважин на участке моделирования, влияющих на процесс фильтрации.

$$\frac{gC_i}{gX} = K_{\Pi} * S * \frac{gC_i}{gV} + S + \frac{gmi}{gV}$$

где: C_i – концентрация i -го компонента; K_p – активная пористость; S – площадь поперечного сечения трубы тока; m_i – поглощающая способность породы i -ному компоненту; X – пространственная координата анализируемой точки в трубке тока; V – объем раствора прошедшего через анализируемую точку за прошедшее время « t ».

Гидрогеохимические исследования на прилегающей к хвостохранилищу площади выявили купол инфильтрата под хвостохранилищем мощностью 50-300 м и ареал загрязнения подземных вод, имеющий в плане приближенную к овалу площади вытянутую в северо-западном направлении и усечённую в юго-восточной части, практически стабильный в своих границах с 80-х, начале 90-х годов. Результаты гидрогеохимических исследований подтвердили геофизические исследования (рисунок 29).

Впервые за многолетний срок наблюдений выявлены два различных источника загрязнения подземных вод района расположения хвостохранилища:- прудковые воды хвостохранилища;- сельхозугодья, примыкающие к хвостохранилищу.

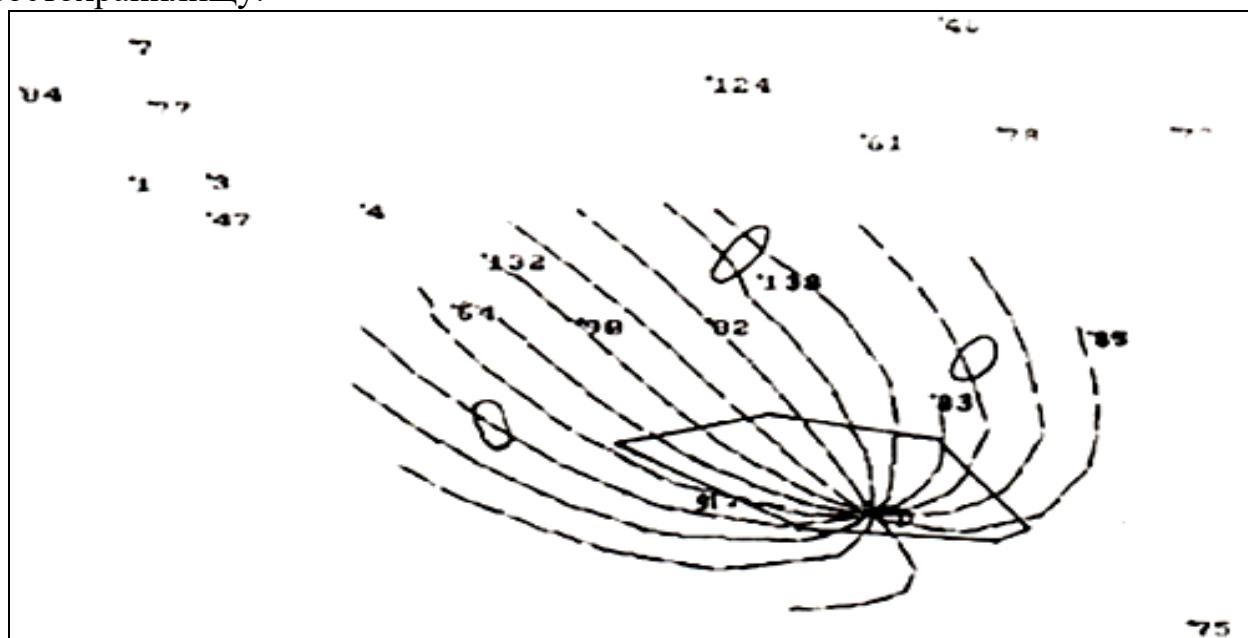


Рисунок 29. – Моделирование распространения сульфатов по состоянию на 2020г
○ - площадь распространения сульфатов с содержанием в подземных водах
больше 1.0 г/л

После исчезновения прудка в результате прекращения основной деятельности ГМЗ за четыре года площадь ареала загрязнения подземных вод уменьшилось во

всех направлениях от границ хвостохранилища в среднем на 0,5 км

Расчёты математического моделирования гидродинамических процессов показали, что в результате исчезновения подземных вод полная замена техногенного загрязнения подземных вод с природными, с учётом процессов сорбции-десорбции наступит к 2025-2028 году. С учётом физико-химических процессов (рассеяние, комплексообразование, осаждение, метаморфизацию и др.), ввиду сложности создания такой модели не включённые при математическим моделировании, время это время наступит раньше.

Для исследования были использованы модель теоретических и практических расчётов для выполнения уравнения диффузии газов на различных средах с учётом действующих факторов. С следующим уравнением: $Bs = C W t$, где Bs – активность осаждённого материала за время t на 1 м², Бк/м²; C – концентрация ЗВ в воздухе, Бк/м³; W – скорость осаждения, м/с.

Когда температура окружающей среды и загрязненного потока почти одинаковы, для определения уровня концентрации загрязняющих веществ

$$C = \frac{H^{4/3}}{AMFn\eta} K,$$

применяется следующая формула: $A M F n \eta$ где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы; M – мощность источника, Бк/с; n – коэффициент, учитывающий условия выхода газовоздушной смеси; H – высота источника выброса (для наземных источников принимается $H=2$ м); η - коэффициент учёта влияния рельефа; K – коэффициент, учитывающий геометрические и скоростные параметры источника.

Мощность источника определяется как: $M=Q S \omega$, где Q – объемная активность поверхностного слоя почвы источника, Бк/м³; S – площадь источника, м²; ω – скорость ветрового подъёма, м/с.

Анализ продемонстрировал, что разработанная схема переноса радиоактивной пыли дает возможность производить оценку и предсказание уровня загрязнения районов, находящихся вблизи хранилищ отходов уранового производства. Использование данной методологии открывает возможности для интеграции альтернативных моделей, предназначенных для моделирования распространения атмосферных загрязнителей от фиксированных точек выброса в радиусе до 10-20 км. В частности, можно применять разработанную МАГАТЭ модель Гаусса, широко используемую в западных странах в качестве стандартной.

ВЫВОДЫ

1. Основные научные результаты диссертации:

1.1. Понимание механизмов миграции неорганических веществ имеет важное значения для управления экосистемами и поддержания их устойчивости. Выявлено загрязнение водной среды и донных отложений с радионуклидами и тяжелыми металлами в реке Сырдарья от верхней части реки и ниже по течению до периметра. Некоторые неорганические элементы, могут переходить между атмосферой и другими компонентами экосистемы. Эти процессы подвержены влиянию различных факторов, включая климат, физические характеристики ландшафта, антропогенное воздействие (такие как сельское хозяйство и промышленная деятельность) и биологическое разнообразие [1-А, 2-А, 13-А, 14-А, 15-А, 16-А, 17-А, 22-А, 24-А, 28-А, 36-А, 44-А, 114-А, 117-А, 123-А].

1.2. В пробах поверхностных вод содержания сульфатов, нитратов и хлоридов находятся на предельных концентраций, установленных для этих элементов. Основные экологические риски обусловлены миграцией сульфат-иона, радиоактивных и тяжелых металлов, которые под воздействием метеофакторов накапливаются на повышенных частей рельефа и аккумулируются в пониженных. Для элементов в биосфере характерно распределение во внутри- или внеклеточном пространстве. Внеклеточными элементами являются Na, Ca, Cu, Mo, Cl, Si, Al, а внутриклеточными – K, Mg, Fe, Co, Zn, Ni, Mn, S, P, Se. Концентрация железа была высокой во всех пробах и составляла 6,2-17,3 ПДК [17-А, 20-А, 24-А, 25-А, 28-А, 34-А, 46-А, 51-А, 61-А, 67-А, 70-А, 72-А, 85-А, 97-А].

1.3. Общая картина состояния экологии сегодня требует управления радиоэкологической безопасности и принятия срочных и систематических мер по её защите. Проведённые в период с 2015 по 2020 гг. биогеохимические исследования позволили создать базу данных о состоянии загрязнённости объектов окружающей среды исследуемого объекта. Установлено, что наибольший вклад в загрязнение почвенного и растительного сообщества в районе хвостохранилища радиоактивных отходов вносят группа элементов, к которым отнесены: Mn, Ni, V, Cr, Mo, Pb, Zn, U [1-А, 3-А, 6-А, 7-А, 9-А, 12-А, 13-А, 23-А, 35-А, 37-А, 38-А, 39-А, 41-А, 44-А, 52-А, 58-А, 86-А, 103-А, 106-А].

1.4. Выявлено негативное воздействие радиоактивного хвостохранилища на флору прилегающей территории, связано с миграцией радионуклидов и тяжелых металлов в системе «хвостохранилища-почва-растение». Рассчитано коэффициенты биологического поглощения. Подтверждено, что локализация загрязненных участков в хвостохранилищах вызвана сокращением ранее удалённого и вновь поступающего материала на временных водотоках, способствующая уменьшению удаления пылевого материала накопительными участками [1-А-3-А, 5-А, 32-А, 33-А, 48-А, 49-А, 94-А, 110-А, 115-А, 116-А].

1.5. Отмычено два различных источника загрязнения подземных вод района расположения хвостохранилища: прудковые воды хвостохранилища и сельхозугодья, примыкающие к хвостохранилищу. Установлено, что содержание тяжелых металлов в диссоциированной форме зависит от состава различных солей, pH и наличия условий для прохождения химических реакций гидролиза и комплексообразования. Ионы Pb, Zn и Cu легко очищаются в трансграничном регионе, где они быстро фильтруются во время высокоскоростных трансграничных периодов. Определено, что пылевые частицы могут уноситься ветром, оседая на почвах и водоёмах, тогда как водная миграция обеспечивает перенос радионуклидов по водным потокам, соединяющимся с водоразделами и водосборами [1-А, 2-А, 19-А, 26-А, 27-А, 51-А, 53-А, 56-А, 64-А, 65-А, 67-А, 70-А, 73-А, 90-А, 98-А, 99-А].

1.6. На основе полученных результатов можно констатировать, что предлагаемая модель пылевого разноса радиоактивного материала позволяет оценивать и прогнозировать загрязнение территорий, прилегающих к урановым хвостохранилищам. Применение нормативной модели позволяет описывать процесс атмосферного распространения загрязняющих веществ от стационарных источников на расстоянии до 10-20 км.

Достоверная и удовлетворительная сходимость экспериментальных данных с результатами математического моделирования с использованием

комбинированной программы «Эколего», позволяет использовать исходные данные при проектировании хранилища и захоронений [1-А, 8-А, 10-А, 13-А, 16-А, 18-А, 22-А, 29-А, 31-А, 35-А, 36-А, 37-А, 39-А, 41-А, 43-А, 46-А, 57-А, 69-А, 74-А, 79-А, 84-А-87-А].

1.7.Доказано, что не захороненные отходы уранодобывающих предприятий, являются источником радиоактивного загрязнения прилегающих территорий и сети водотоков. Показано что, основными факторами, вызывающими загрязнение исследуемой территории, являются пылевая дисперсия и водная миграция радиоизотопов [1-А, 2-А, 11-А, 50-А, 55-А, 63-А, 66-А, 76-А, 88-А, 89-А, 91-А, 100-А, 101-А, 102-А, 104-А, 109-А, 113-А, 123-А].

2.Рекомендации по практическому применению результатов.

2.1.Для управления мониторинга техногенных объектов в РТ в области экологии, загрязнения почв и растений, водопотребления, сохранения экосистем водных объектов и реализации радиоэкологической безопасности рекомендуется создать условия для обеспечения эффективного и комплексного изучения постоянного экологического мониторинга этих объектов.

2.2.Разработанная методика радиоэкологического мониторинга окружающей среды может быть использована для проектирования, управления хвостохранилищем и восстановления загрязненных территорий, хозяйственными органами водопользования, Агентством по мелиорации и ирригации при Правительстве Республики Таджикистан и в учебном процессе вузов для подготовки кадров в области земельных и водных ресурсов.

2.3.Результаты исследования представляют научный и практический интерес для специалистов в области охраны окружающей среды, химиков и гидрохимиков.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

-монография:

1-А.Тиллобоев, Х.И. Радиация и экология. Монография / Х.И. Тиллобоев, Н.И. Беззубов, С.К.Ходжиев – Издательский дом: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2012. - 102 с.

2-А.Бободжонова, З.Х. Особенности распределения тяжелых металлов в водных системах Северного Таджикистана и их очистка. Монография / З.Х. Бободжонова, Х.М. Назаров, **Х.И. Тиллобоев** – Худжанд: Нури маърифат. 2021. - 120 с.

3-А.Ёкубова, Д.М. Комплексное изучение физико-химических методов контроля массопереноса тяжёлых металлов окружающей среды в пределах северного Таджикистана. Монография / Д.М. Ёкубова, Д.А. Муротова, **Х.И. Тиллобоев** – Худжанд: Нури маърифат. 2023. -160 с.

-статьи, опубликованные в научных журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан:

4-А.Юнусов, М.М. Физико-химическая характеристика отходов Дигмайского хвостохранилища / М.М. Юнусов, Н.И. Беззубов, С.Г. Кавыршин, **Х.И. Тиллобоев** // Доклады АН Республики Таджикистан. 2007. Т.50. №6. - С.527-532.

- 5-А.Тиллобоев, Х.И. Экологические аспекты хвостохранилищ радиоактивных отходов / Х.И. Тиллобоев, Н.И. Беззубов // Доклады АН Республики Таджикистан. 2007. Т.50. №8 - С.672-676.
- 6-А.Тиллобоев, Х.И. О биогеохимических исследованиях в районе Дигмайского хвостохранилища / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, Н.И. Беззубов // Доклады АН Республики Таджикистан. 2008. Т.52. №9. – С.665-670.
- 7-А.Юнусов, М.М. Влияние ферросплавов на окружающую природную среду / М.М. Юнусов, Н.И. Беззубов, **Х.И. Тиллобоев** // Доклады АН Республики Таджикистан. 2008. Т.51. №9. - С.696-700.
- 8-А.Ковыршин, С.Г. Выбор оптимальной модели распределения концентрации радона на примере Дигмайского хвостохранилища / С.Г. Кавыршин, З.А. Разыков, М.М. Юнусов, Н.И. Беззубов, **Х.И. Тиллобоев** // Горный журнал. 2009. №12. - С.59-62.
- 9-А.Тиллобоев, Х.И. О биогеохимических исследованиях в районе Дигмайского хвостохранилища / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, Н.И. Беззубов // Известия АН Республики Таджикистан. 2009. №3 (136). - С.44-49.
- 10-А.Тиллобоев, Х.И. Методы контроля массопереноса радона в нейтральных грунтах мелкой фракции на хвостохранилище радиоактивных отходов / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, С. Абдурахимов, Ф.Х. Очилова // Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2011. №4 (19). - С.137-142.
- 11-А.Тиллобоев, Х.И. Миграция радона на территории Дигмайского хвостохранилища и параметры консервирующего слоя радиоактивных отходов / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, С. Абдурахимов // Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2011. №4(19). - С.153-157.
- 12-А. Skipperud, L. Environmental impact assessment of radionuclide and metal contamination at the former U sites Taboshar and Digmai, Tajikistan / L. Skipperud, G. Strømman, M. Yunusov, P. Stegnar, B. Uralbekov, **Н. Тиллобоев**, G. Zjazjev // Journal of Environmental Radioactivity. Received 17 November 2013 Received in revised form Department of Plant and Environmental Sciences, Norway, 2013. - P.50-62.
- 13-А. Lespukh, E. Assessment of the radiological impact of gamma and radon dose rates at former U mining sites in Tajikistan / E. Lespukh, P. Stegnar, M. Yunusov, **Н. Тиллобоев**, G. Zyazev // Journal of Environmental Radioactivity. Received 17 November 2013 Received in revised form Department of Plant and Environmental Sciences, Norway, 2013.- P.148-155.
- 14-А.Тиллобоев, Х.И. Результаты комплексного гидрохимического исследования биогеохимического обследования загрязнений окружающей среды / Х.И. Тиллобоев, Д. Ёкубова, Х. Хасанзода // Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2015. №1 (32). - С.110-116.
- 15-А.Тиллобоев, Х.И. Химический состав природных вод и экологическое состояние очистных сооружений города Худжанда/ Х. Тиллобоев // Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2015. №2 (33). -С.69-72.
- 16-А.Тиллобоев, Х.И. Исследование загрязнений атмосферного воздуха в Согдийской области / Х.И. Тиллобоев, Ф. Очилова, Б. Рахимов, С. Алиев // Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2016. №1 (36). - С.22-28.

- 17-А.Тиллобоев, Х.И. Результаты гидрохимических исследований в районе Б.Гафурова / Х.И. Тиллобоев, Н. Джабборова, М. Нурмадов, Д. Темирзода // Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2016. №4 (39). - С.143-146.
- 18-А.Тиллобоев, Х.И. Экспериментальные исследования и расчет процесса эксхаляции радона в различных средах / Х.И. Тиллобоев, М. Юнусов, А. Давлатзода // Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2018. №4 (47). - С.54-60.
- 19-А.Тиллобоев, Х.И. Присутствие и особенности тяжелых металлов в составе природных вод / Х.И. Тиллобоев, М. Юнусов, О. Ибодуллоев // Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2018. №4 (47). - С.61-64.
- 20-А.Назаров, Х.М. Содержание изотопов ^{210}Po и ^{210}Pb в воде искусственного озера г.Истиклола Республики Таджикистан и их бионакопление в организме рыб / Х.М. Назаров, В.М. Миряхъяев, **Х.И. Тиллобоев**, М.М. Махмудова, У.М. Мирсаидов // Радиационная гигиена. 2019. Т.12. №2 (спецвыпуск). - С.50-53. DOI: 10.21514/1998-426X-2019-10-2-50-53.
- 21-А.Назаров, Х.М. Содержание тяжелых металлов в воде и донных отложениях реки Сырдарьи (в пределах Северного Таджикистана) / Х.М. Назаров, **Х.И. Тиллобоев**, В.М. Миряхъяев // Ученые записки ХГУ. Серия естественные и экономические науки. 2019. №3(50). - С.94-97.
- 22-А.Назаров, Х.М. Композиция для покрытия поверхности радиоактивного хвостохранилища / Х.М. Назаров, Д.И. Мирзоев, **Х.И. Тиллобоев**, Б.Д. Бобоев // Учёные записки ХГУ. Серия естественные и экономические науки. 2020. №4(55). - С.48-52.
- 23-А.Тиллобоев, Х.И. Биоаккумуляция урана и некоторых тяжелых металлов в растениях / Х.И. Тиллобоев, Х.М. Назаров, З.Х. Бободжонова// Ученые записки ХГУ. Серия естественных и экономических наук. 2021. №2 (57). - С.95-98.
- 24-А.Тиллобоев, Х.И. Динамика изменений гидрохимических характеристик Адрасманской водной системы в условиях антропогенной нагрузки / Х.И. Тиллобоев, Р.О. Азизов, Д.А.Муротова // Водные ресурсы энергетика и экология. Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ. 2021. Т.1. №4. - С.89-93.
- 25-А.Тиллобоев, Х.И. Исследование физико-химических показателей загрязнения природных вод тяжелыми металлами в пос. Адрасман / Х.И. Тиллобоев, Р.О. Азизов, Д.А. Муротова // Водные ресурсы энергетика и экология. Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ.2022. Т.2. №1. - С.111-117.
- 26-А.Тиллобоев, Х.И. Исследование химического состава и динамики содержания тяжелых металлов в реке Сырдарья / Х.И. Тиллобоев, Н. Бобоназарова, М. Косимова, С. Лакимова // Водные ресурсы энергетика и экология. Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ.2022. Т.2. №2. - С.87-94.
- 27-А.Тиллобоев, Х.И. Тяжелые металлы как фактор загрязнения водной среды в поселке Адрасман северного Таджикистана / Х.И. Тиллобоев, Д.А. Муротова, Р.О. Азизов, С.Қ. Шарифов // Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2022. Т.62. №3. - С.94-99.

- 28-А.Тиллобоев, Х.И. Физико-химические и гидрологические исследования загрязнений природных вод на примере реки Сырдарьи / Х.И. Тиллобоев, Д.М. Ёкубова, М.М. Мухидинова // Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2022. Т.61. №2. - С.68-72.
- 29-А.Тиллобоев, Х.И. Использование нормативной модели для исследования распространения радиоактивного загрязнения атмосферы / Х.И. Тиллобоев, М.М. Мухидинова // Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2023. Т.64. №1. - С.59-64.
- 30-А.Тиллобоев, Х.И. Поиск и анализ процесса излучения изотопов радона в различных экологических средах / Х.И. Тиллобоев, З.Х. Бободжонова // Ученые записки ХГУ. Естественных и экономических наук. 2024. Т. 69. №2. С.49-55.
- 31-А.Тиллобоев, Х.И. Радионуклидный состав и геохимическая характеристика радиоактивных оходов уранового производства / Х.И. Тиллобоев // Ученые записки ХГУ. Естественных и экономических наук. 2024. Т.68. №1. С.145-149.
- 32-А.Тиллобоев, Х.И. Исследование содержания радионуклидов в почвах на территории Дигмайского хвостохранилища / М.З.Ахмедов, И.Мирсаидзода, Х.И.Тиллобоев, М.М.Исматдинов, Х.М.Назаров // Известия НАН Таджикистана. 2024. №1 (194). - С.100-107.
- 33-А.Тиллобоев, Х.И. Эффективность применения сорбентов для очистки воды от ионов тяжелых металлов / Х.И.Тиллобоев, М.М. Шокиров, У.Х Усмонова, М.Н. Муминова., З.Х. Бобононова // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Серия естественных наук 2024. №2/3 (126). - С.84-88.
- 34-А.Тиллобоев, Х.И. Таҳқиқи сифати оби Сирдарё аз рӯйи нишондиҳандаҳои микробиологӣ / Х.И. Тиллобоев, Ҳ.Ш. Атабекова, Ш.Н Маликисломова // Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2024.Т.71.№4. С.35-39
- 35-А.Абдуллозода, С.Ф. Исследование степени загрязненности воздушной среды мелкодисперсной пылью природного и техногенного происхождения на примере г.Худжанда / С.Ф. Абдуллозода, Х.И. Тиллобоев, Р.А. Джураева // Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2025. Т.72.№1.С.23-29
- 36-А.Тиллобоев, Х.И. Сифати обҳои захиравии фаромарзи дар вилояти Суғд / Х.И.Тиллобоев, Х.М.Назаров, И.М.Ишратов, Ф.З.Шафиев, И.Мирсаидзода // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Серия естественных наук 2025. № 2/1 (132). С. 69-71.

- публикации в материалах научных конференций и патенты на изобретение:*
- 37-А.Тиллобоев, Х.И. Характеристика опытного участка в Б. Гафуровском районе / Х.И. Тиллобоев // Материалы 2-го конференции ученых и молодых специалистов, посвященный у дню молодежи. – Худжанд. 1999. - С.56-59.
- 38-А.Тиллобоев, Х.И. Морфологические особенности серо-бурых каменистых почв Северного Таджикистана / Х.И. Тиллобоев // Материалы научно-практической конференции молодых ученых к 60-летию Ленинабадской области. – Худжанд. 2000. - С.95-96.
- 39-А.Тиллобоев, Х.И. Тиллобоев Х.И. Морфологические и агрофизические особенности серо-бурых каменистых почв Северного Таджикистана / Х.И.

- Тиллобоев // Материалы научно-практической конференции молодых ученых. – Душанбе. 2000. – С.65-66.
- 40-А.Разыков, З.А. Геоботанический метод исследований радиоактивных загрязнений / З.А. Разыков, М.М. Юнусов, Н.И. Беззубов, С.Г. Кавыршин, **Х.И. Тиллобоев** //Материалы III- Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы урановой промышленности». – Алматы. Казахстан. 2004. - С.92-95.
- 41-А.**Тиллобоев, Х.И.** Результаты биогеохимических исследований в районе Дигмайского хвостохранилища / Х.И. Тиллобоев, З.А. Разыков, М.М. Юнусов // Материалы Международной конференции. Ферганская долина: основные проблемы техногенных наследий урановое наследие в Таджикистане. – Кайраккум. Таджикистан. 2006. - С.30-35.
- 42-А.Ynusov, M.M. Rehabilitation of uranium mines in northern Tajikistan Nuclear Risk in Central Asia / М.М. Ynusov, Z.A. Razikov, N.I. Bezzubov, **Х.И. Tilloboev** // Springer Science Bisness Media B.V. 2008. - Р.69-76.
- 43-А.**Тиллобоев, Х.И.** Результаты исследований по моделированию процесса диффузии радона в нейтральном консервирующем слое / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, Н.И. Беззубов // Материалы II-Республиканской научно-практической конференции «Использование современных технологий в переработке горных минералов и металлургии». – Чкаловск. Таджикистан. 2008. - С.85-90.
- 44-А.**Тиллобоев, Х.И.** Биогеохимический мониторинг техногенных загрязнений / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, З.А. Разыков // Материалы II - Республикаинойнаучно-практической конференции «Использование современных технологий в переработке горных минералов и металлургии». – Чкаловск. Таджикистан. 2008. - С.90-98.
- 45-А.**Тиллобоев, Х.И.** Миграция радона в нейтральных средах различного гранулометрического состава / Х.И. Тиллобоев, Б.Г. Файзуллаев, М.М. Юнусов, Н.И. Беззубов // Материалы III – Республиканской научно-практической конференции «Использование современных технологий в переработке горных минералов и металлургии». – Чкаловск. Таджикистан. 2009. - С.122-126.
- 46-А.**Тиллобоев, Х.И.** Результаты биогеохимических исследований в СЗЗ Дигмайского хвостохранилища / Х.И. Тиллобоев, Б.Г. Файзуллаев, М.М. Юнусов, Н.И. Беззубов // Материалы VI Нумановское чтение. - Душанбе. Таджикистан. 2009. - С.24-25.
- 47-А.**Тиллобоев, Х.И.** Моделирование физико-химического процесса миграции радиоактивных веществ с территории хвостохранилищ уранового производства / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, Н.И. Беззубов, С.Г. Ковыршин / Материалы Международной практической конференции «Инженеринговая система 2009». – Москва. Россия. 2009. - С.78-80.
- 48-А.**Тиллобоев, Х.И.** Определение параметров защитного покрытия хвостохранилищ радиоактивных отходов / Х.И. Тиллобоев, С.Г. Ковыршин, Н.И. Беззубов, З.А. Разыков / Материалы республиканской конференции «Актуальные проблемы преподавания естественных и технических наук в средних и высших школах». – Худжанд. Таджикистан. 2010. - С.128-133.

- 49-А. **Тиллобоев, Х.И.** Биогеохимические исследования растений-индикаторов, накопителей тяжелых и токсичных элементов на примере Полынь железистая (*Artemisiaglanduligera*) / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, С. Абдурахимов, Ф.Х. Очилова, М.Х. Аминов / Материалы IV Международной конференции «Экология и биоразнообразия». – Куляб. Таджикистан. 2011. - С.158-161.
- 50-А. **Тиллобоев, Х.И.** Миграционные свойства радиоактивных газов в консервирующем слое на территории Дигмайского хвостохранилища Таджикистана / Х.И. Тиллобоев, М.Х. Аминов, Н.Н. Боисов / Материалы VII Международной конференции «Перспективные разработки науки и техники». – Польша. 2011. - С.66-69.
- 51-А. **Тиллобоев, Х.И.** Результаты гидрохимических исследований в районе Дигмайского хвостохранилища / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, М.А. Дадобоев, Н.Н. Боисов / Материалы VIII Международной конференции «Модели и новейшие разработки техники». – Болгария. 2012. - С.67-70.
- 52-А. **Тиллобоев, Х.И.** Механизм массопереноса радионуклидов в почве и хранилищ радиоактивных отходов / Х.И. Тиллобоев, Н.И. Беззубов, Ф.Х. Очилова / Материалы Международной научно-практической конференции «Физика, химия, биология: актуальные проблемы». – Новосибирск. Россия. 2012. - С.35-42.
- 53-А. **Тиллобоев, Х.И.** Опыт гидрохимических и гидродинамических исследований в районе Дигмайского хвостохранилища / Х.И. Тиллобоев, Т.Х. Джумаев, О.Ф. Джураев, З.Х. Тиллобоева // Материалы V Студенческой международной научно-практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия». – Новосибирск. Россия. 2012. - С.106-116.
- 54-А. **Тиллобоев, Х.И.** Роль радиоактивных изотопов в метаморфизации растительных организмов / Х.И. Тиллобоев, Х. Муртазоев / Материалы II Международного Симпозиума «Возобновляемая энергия и энергосберегающие технологии». – Худжанд. Таджикистан. 2012. - С.216-220.
- 55-А. **Тиллобоев, Х.И.** Влияние радиоактивных отходов на окружающую среду / Х.И. Тиллобоев / Материалы Республиканской научно-практической конференции «Защита окружающей среды долг каждого гражданина». – Худжанд. Таджикистан. 2012. - С.35-37.
- 56-А. **Тиллобоев, Х.И.** Изотопный состав $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ в водах реки Сырдарьи / Х.И. Тиллобоев, Ф.Х. Очилова, Н.Н. Боисов / Материалы V Международной научно-практической конференции «Экологические проблемы природных и урбанизированных территорий». – Астрахань. Россия. 2012. - С.160-163.
- 57-А. **Тиллобоев, Х.И.** Опыт биогеохимических исследований окружающей среды в районе расположения промзонны / Х.И. Тиллобоев / Материалы научно-практической конференции «80-летию ХГУ». – Худжанд. Таджикистан. 2012. - С.57-60.
- 58-А. **Тиллобоев, Х.И.** Выбор рационального параметра загрязнителей в районе расположения промзонны / Х.И. Тиллобоев, Ф.Х. Очилова / Материалы XI Международной конференции «Проблемы урбанизированных территорий». – Чехия. 2012. С.115-18.
- 59-А. **Тиллобоев, Х.И.** Выбор рационального параметра усвоения химических элементов / Х.И. Тиллобоев, М.И. Сабуров, З.Х. Тиллобоева, Р. Муродова // Материалы V Международной научно-практической конференции

- «Экологические особенности биоразнообразия». – Худжанд. Таджикистан. 2013. - С.160-163.
- 60-А. **Тиллобоев, Х.И.** Механизм миграции радионуклидов в почве и хранилищах радиоактивных отходов / Х.И. Тиллобоев, М.И. Сабуров, З.Х. Тиллобоева, Р. Муродова // Материалы V Международной научно-практической конференции «Экологические особенности биоразнообразия». – Худжанд. Таджикистан. 2013. - С.163-165.
- 61-А. Юнусов, М.М. Комплексное гидролого-гидрогеологическое обследование загрязнения окружающей среды на основе системы мониторинга / М.М. Юнусов, **Х.И. Тиллобоев**, З.Х. Тиллобоева // Материалы II Международной научно-практической конференции «Развитие естественных наук в Европе». – Штутгарт, Германия.2013. - С.112-117.
- 62-А.Аминов, М.Х. Присутствие и особенности перемещения радиоактивных и тяжелых элементов в экосистеме Дигмайского хвостохранилища / М.Х. Аминов, З.Х. Тиллобоева, **Х.И. Тиллобоев** // Материалы Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования, новое слово в науке». – Москва. Россия. 2013. - С.312-323.
- 63-А.**Тиллобоев, Х.И.** Биогеохимическое опробование в системе «хвостохранилища-почва- растение» / Х.И. Тиллобоев, М.И. Сабуров, И.У. Усманов, М.А. Дадобоев / Материалы IX Международной практической конференции «Современные достижения науки». – Чехия. 2013. С.85-89.
- 64-А. **Тиллобоев, Х.И.** Радионуклиды и тяжелые металлы в воде / Х.И. Тиллобоев, Э.А. Эргашева / Материалы Международной научно-практической конференции «Тенденция развития естественных и математических наук». – Новосибирск. Россия. 2013. - С.116-121.
- 65-А.**Тиллобоев, Х.И.** Гидрогеологическое обследование загрязнения бассейна реки Сырдарья / Х.И. Тиллобоев, М.И. Сабуров / Материалы Республиканской научной конференции «Химия технологии и экология воды». – Душанбе. Таджикистан. 2013. - С.123-124.
- 66-А.**Тиллобоев, Х.И.** Распространения радионуклидов в водной среде / Х.И. Тиллобоев, М. Дадобоев /Материалы Республиканской научной конференции «Вода основной источник энергии». – Душанбе. Таджикистан. 2013. - С.114-116.
- 67-А.**Тиллобоев, Х.И.** Гидрогеологическое обследование загрязнения окружающей среды на основе системы мониторинга / Х.И. Тиллобоев, М.Н. Боисов / Материалы Республиканской научной конференции «Вода основной источник энергии». – Душанбе. Таджикистан. 2013. - С.97-99.
- 68-А.**Тиллобоев, Х.И.** Расчеты радиационной нагрузки эмманационно -трековым методом / Х.И. Тиллобоев, Д. Гуфронов / Материалы IX Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты». – Новосибирск. Россия. 2013. - С.118-125.
- 69-А.**Тиллобоев, Х.И.** Оценка влияния радиационно-опасных объектов на природную среду / Х.И. Тиллобоев, И.У. Мирсаидов / Материалы Международной научно-практической конференции «Инновация в науке и технике вопросы медицины, биологии и тех.наук». – Москва. Россия. 2014. - С.69-71.

- 70-А.Тиллобоев, Х.И. Распространение радионуклидов в водной среде / Х.И. Тиллобоев, Ф. Очилова, Н. Боисов / Материалы Республиканской научно-практической конференции «Вода для жизни». – Душанбе. Таджикистан. 2015. - С.47-49.
- 71-А.Тиллобоев, Х.И. Гидрогеологическое обследование загрязнение окружающей среды на основе системы мониторинга / Х.И. Тиллобоев, Э. Эргашева, М. Дадобоев / Материалы Республиканской научно-практической конференции «Вода для жизни». – Душанбе. Таджикистан. 2015. - С.51-53.
- 72-А.Тиллобоев, Х.И. Использование гидрохимических данных для решения экологических проблем города Худжанда / Х.И. Тиллобоев, Ф.Х. Очилова, З.Х. Бободжонова // Материалы Международной научно-практической конференции посвящённой “55-летию д.х.н., профессора, член-корр. АН РТ Куканиева М.А.” – Душанбе. Таджикистан. 2015. - С.171-173.
- 73-А.Тиллобоев, Х.И. Гидрохимическое обследование загрязнение окружающей среды / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, М.И. Сабуров / Материалы Международной научно-практической конференции посвящённые “55-летию д.х.н., профессора, член-корр. АН РТ Куканиева М.А.” – Душанбе. Таджикистан. 2015. - С.173-174.
- 74-А.Тиллобоев, Х.И. Исследование дочерних продуктов распада радона в различных средах /Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, З.Х. Бободжонова // Материалы Международной научно-практической конференции посвящённой “55-летию д.х.н., профессора, член-корр. АН РТ Куканиева М.А.” – Душанбе. Таджикистан. 2015. - С.174-176.
- 75-А.Тиллобоев, Х.И. Гидрохимическое обследование загрязнение окружающей среды / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, М.И. Сабуров / Материалы Международной научно-практической конференции «1150-летию персидско-таджикского алхимики и философа Абубакра Мухаммад ибн Закария Рazi. – Душанбе. Таджикистан. 2015. - С.172-173.
- 76-А.Тиллобоев, Х.И. Радиоактивные изотопы естественная составляющая загрязнение природной среды / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов / Материалы Международной научно-практической конференции «Десятилетию действий вода для жизни». – Чкаловск. Таджикистан. 2015. - С.40-43.
- 77-А.Тиллобоев, Х.И. Таджикоти гидрохимияви дар обхавзай Кайроккуми хурд / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, З.Х. Бободжонова // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященой «25 летию независимости Республики Таджикистан». – Чкаловск, Таджикистан. 2016. - С.61-64.
- 78-А.Тиллобоев, Х.И. Метод расчета радиационной нагрузки на население и природную среду / Х.И. Тиллобоев, З.Х. Бободжонова, М.М. Юнусов // International Symposium KSCMBS-2016 Khujand Symposium on Computational Meterals Biological Scienes, 2016. - Р.112-114.
- 79-А.Бободжонова, З.Х. Хусусиятхои ба организм манфиатбахши газҳои радиофаъоли радон дар мисоли чашмаҳои шифобахши Тоҷикистон / З.Х. Бободжонова, Н. Чабборова, Х.И. Тиллобоев // International Symposium KSCMBS-2016 Khujand Symposium on Computational Meterals Biological Scienes, 2016. - Р.116-118.

- 80-А.Тиллобоев, Х.И. Бионакопление изотопов урана в водных объектах северного Таджикистана / Х.И. Тиллобоев, М. Юнусов / Материалы XIII Международной научно-практической конференции «Экология. Радиация. Здоровье». – Семей. 2017. - С.174-175.
- 81-А.Тиллобоев, Х.И. Опыт биогеохимических исследований в окружающей среде / Х.И. Тиллобоев, М. Юнусов, М. Собиров / Материалы XIII Международной научно-практической конференции «Экология. Радиация. Здоровье». – Семей. 2017. - С.154-155.
- 82-А.Тиллобоев, Х.И. Аспекты изучения и оценка качества вод водохранилища г.Гулистан / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов / Материалы Международный семинар на тему «Управление водными ресурсами и современные технологии очистки воды». – Бустон. Таджикистан. 2018. - С.123-125.
- 83-А.Бободжонова, З.Х. Изучение распространения и миграции радионуклидов в водной среде / З.Х. Бободжонова, **Х.И. Тиллобоев**, М.М. Юнусов // Маводи конференсияи чумхурияви илми-назарияви таҳти унвони «Масъалаҳои рушди илм дар мактабҳои оли». – Бустон, Таджикистан. 2019. - С.45-49.
- 84-А.Тиллобоев, Х.И. Методика измерения радона в водной среде и рекомендации по уменьшению его концентрации в воде / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, З.Х. Бободжонова // Маводи конференсияи байналмилалии илми-назариявӣ «Омилҳои гидроиқлими истифодай захираҳои оби Осиёи Маркази» бахшида ба 30-солагии Истиқлолияти давлатии ҶТ ва Даҳсолаи байналмилалии амал «Об барои рушди устувор, солҳои 2018-2028». – Хучанд, Таджикистан. 2019. - С.371-373.
- 85-А.Тиллобоев, Х.И. Подземные воды как индикатор загрязнения водных объектов / Х.И. Тиллобоев / Маводи конференсияи байналмилалии илмӣ-назариявӣ таҳти унвони “Омилҳои гидроиқлими истифодай захираҳои оби Осиёи Марказӣ” бахшида ба 30-солагии Истиқлолияти давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон ва Даҳсолаи байналмилалии амал “Об барои рушди устувор, солҳои 2018-2028”. - Хучанд. Таджикистан. 2019. - С.375-378.
- 86-А.Тиллобоев, Х.И. Биогеохимические индикаторы окружающей среды в условиях аридного климата на примере полынь Согдийской / Х.И. Тиллобоев, З.Х. Бободжонова, М.С. Собиров // Материалы Международной научно-практической конференции «Проблемы опустынивания: динамика, оценка, решения». – Самарканд, Узбекистан. 2019. - С.388-391.
- 87-А.Назаров, Х.М. Моделирование физико-химических процессов атмосферного массопереноса радиоактивных веществ / Х.М. Назаров, В.М. Миряхъяев, **Х.И. Тиллобоев**, А. Мирзоев, Е.Ю. Малышева // Материалы XV Нумановские чтения «Академик И.У.Нуманов и развитие химической науки в Таджикистане». – Душанбе. Таджикистан. 2019. - С.156-158.
- 88-А.Назаров, Х.М. Использование метода измерения радона в водах Б.Гафуровского района / Х.М. Назаров, **Х.И. Тиллобоев**, В.М. Миряхъяев // Материалы XV Нумановские чтения «Академик И.У.Нуманов и развитие химической науки в Таджикистане». – Душанбе. Таджикистан. 2019. - С.180-181.
- 89-А.Тиллобоев, Х.И. Выявление некоторых загрязнителей атмосферного воздуха в Согдийской области / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, Ш.Р. Мирзобаходурова, А. Давлатзода / Материалы Международной научно-

- практической конференции «Логистика и мультимодальные перевозки: проблемы и пути их решения». – Бустон. Таджикистан. 2019. - С.390-393.
- 90-А.Бободжонова, З.Х. Обҳои зеризамини ҳамчун нишондихандай ифлосшавии иншоотҳои оби / З.Х. Бободжонова, **Х.И. Тиллобоев** // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Наука и образование в современном мире: вызовы XXI века». – Астана, Казахстан. 2020. - С.65-67.
- 91-А.Тиллобоев, **Х.И.** Исследование содержания радиоактивного радона в природных водах Согдийской области / Х.И. Тиллобоев, В.М. Миряхъяев, З.Х. Бободжонова, Х.М. Назаров // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Современные проблемы физики конденсированного состояния и ядерной физики». – Душанбе, Таджикистан. 2020. – С.271-274.
- 92-А.Тиллобоев, **Х.И.** Исследования загрязнения подземных вод тяжелыми и радиоактивными элементами в пределах севера Таджикистана / Х.И. Тиллобоев, В.М. Миряхъяев, З.Х. Бободжонова, У.М. Мирсаидов, Х.М. Назаров // Сборник статей республиканской научно-теоретической конференции «Основы развития и перспективы химической науки в Республике Таджикистан», посвященной 60-летию химического факультета и памяти д.х.н., профессора, академика АН РТ Нуманова И.У. – Душанбе, Таджикистан. 2020. - С.80-84.
- 93-А.Тиллобоев, **Х.И.** Основные проблемы оценки массопереноса радона на хвостохранилище радиоактивных отходов / Х.И. Тиллобоев, С. Ҳакимхочаев, Д. Якубова, П. Муллоева / Материалы X-ой международной научно-практической конференции «Ломоносовские чтения», посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне (1941-1945 гг.). – Душанбе. Таджикистан. 2020. - С.73-77.
- 94-А.Бободжонова, З.Х. Накопление некоторых тяжелых и токсичных металлов в растениях / З.Х. Бободжонова, **Х.И. Тиллобоев**, Х.М. Назаров. У.М. Мирсаидов // Материалы III Международной научно-практической конференции «Scientific community: interdisciplinary research». – Гамбург, Германия. 2021. - С.424-434.
- 95-А.Тиллобоев, **Х.И.** Эффективность многостадийной очистки воды от некоторых тяжелых металлов / Х.И. Тиллобоев / Материалы XVI Нумановские чтения «Академик И.У.Нуманов и развитие химической науки в Таджикистане». – Душанбе. Таджикистан. 2021. - С.18.
- 96-А.Тиллобоев, **Х.И.** Опыт гидрохимических исследований р.Сырдарьи / Х.И. Тиллобоев, Д.М. Ёкубова, М.М.Юнусов / Материалы X-я Международная научно-практическая интернет конференция молодых ученых «Химия и современные технологии». –Киев. Украина. 2021. - С.11-15.
- 97-А.Назаров, Х.М. Исследование сорбционного процесса очистки урансодержащих шахтных вод от ионов тяжелых металлов с применением АУ⁸⁰⁰ / Х.М. Назаров, У.М. Мирсаидов, З.Х. Бободжонова, **Х.И. Тиллобоев** // Сборник статей Первой Международной научно-практической конференции «Перспективы развития исследований в области химии координационных соединений и аспекты их применения». – Душанбе. Таджикистан. 2022. - С.6-8.
- 98-А.Тиллобоев, **Х.И.** Гидрохимическое исследование р.Сырдарьи в пределах Согдийской области / Х.И. Тиллобоев, Д.М. Ёкубова / Сборник материалов

- Республиканской научно-практической конференции «Фундаментальная наука – основа совершенствования технологий и материалов». – Душанбе. Таджикистан. 2022. - С.36-38.
- 99-А.Назаров, Х.М. Кинетика сорбционного процесса очистки урансодержащих дренажных вод от ионов тяжелых металлов с применением АУ⁴⁰⁰ / Х.М. Назаров, З.Х. Бободжонова, **Х.И. Тиллобоев** // Сборник статей Первой Международной научно-практической конференции «Перспективы развития исследований в области химии координационных соединений и аспекты их применения». – Душанбе. Таджикистан. 2022. - С.274-278.
- 100-А.Тиллобоев, **Х.И.** Оценка гидрохимического состояния и загрязнения реки Сырдарьи / Х.И. Тиллобоев, Д.М Ёкубова / Материалы Международной научной экологической конференции посвященной к 100-летию КУБГАУ. – Краснодар. Кубань. 2022. - С.475-478.
- 101-А.Тиллобоев, **Х.И.** Двухстадийная сорбционная очистки урансодержащих шахтных вод месторождения Киик-Тал от некоторых ионов тяжелых металлов / Х.И. Тиллобоев, У.М. Мирсаидов, З.Х. Бободжонова, Х.М. Назаров / Материалы Международной научно-практической конференции «XII Ломоносовские чтения», посвященной к дню таджикской науки и 30-летию установления дипломатических отношений между Республикой Таджикистан и Российской Федерацией часть естественные науки. – Душанбе. Таджикистан. 2022. - С.295-299.
- 102-А.Тиллобоев, **Х.И.** Опыт исследования качества трансграничных водных ресурсов в Согдийской области / Х.И. Тиллобоев, Х.М. Назаров, Д.М. Ёкубова, Р.А. Джураева / Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Химическая, биологическая, радиационная и ядерная безопасность: достижения, проблемы и будущие перспективы». – Душанбе. Таджикистан. 2023. - С.206-211.
- 103-А.Тиллобоев, **Х.И.** Оценка радиоактивного загрязнения почвы и растений вокруг урановых хвостохранилищ / Х.И. Тиллобоев, Х.М. Назаров, М.М. Исматдинов, Ф.Д. Саломов, А.Ш. Насруллоев / Сборник материалов XVIII Нумановские чтения «Развитие современной химии и её теоретические и практические аспекты». – Душанбе. Таджикистан. 2023. - С.247-253.
- 104-А.Тиллобоев, **Х.И.** Использование методов измерения радона и дочерних продуктов его распада в объектах окружающей среды / Х.И. Тиллобоев, Х.М. Назаров, М.М. Исматдинов, Ф.З. Шафиев, Ф.Д. Саломов / Сборник материалов XVIII Нумановские чтения «Развитие современной химии и её теоретические и практические аспекты». – Душанбе. Таджикистан. 2023. - С.253-258.
- 105-А.Тиллобоев, **Х.И.** Исследование тяжелых металлов в природных водах / Х.И. Тиллобоев, Х.М. Назаров, З.Х. Бободжонова / Маҷмӯи мақолаҳои конференсияи илмӣ-амалии ҷумҳурияй Ҷумҳурии Тоҷикистон «Коркарди металлургии самаранок, экология ва рушди устувор» дар доираи «Солҳои рушди саноат 2022-2026». – Бӯстон. Таджикистан. 2023.-С. 41- 44.
- 106-А.Тиллобоев, **Х.И.** Исследование способов защиты хранилища мелкодисперсных отходов от распыления / Х.И. Тиллобоев, Х.М. Назаров, С.М..Шарипов / Маҷмӯи мақолаҳои конференсияи илмӣ-амалии ҷумҳурияй

- «Коркарди металлургии самаранок, экология ва рушди устувор» дар доираи “Солҳои рушди саноат 2022-2026”. – Бӯстон. Таджикистан. 2023. –С.44-47.
- 107-А.Тиллобоев, Х.И. Исследование качества воды на трансграничных рек севере Таджикистана / Х.И. Тиллобоев, Ш.Н. Маликисломова, Х.Ш. Атабекова / Материалы Международной научно-теоретической конференции на тему «Роль и статус Центральной Азии в новой системе международных отношений» - Куляб. Таджикистан. 2023.- С.99-103.
- 108-А.Тиллобоев, Х.И. Радиоэкологические проблемы Дигмайского хвостохранилища Таджикистана / Х.И. Тиллобоев, М., Исматдинов, Х.М. Назаров, М.А., Зоитова, У.М.Мирсаидов / Материалы Международной научно-теоретической конференции на тему «Цифровая индустрия и энергетическое развитие глазами ученых и исследователей» - Душанбе. Таджикистан. 2024. -С.172-177.
- 109-А.Назаров, Х.М. Расчет выделения радона в моделях радиоактивных хвостохранилищ./ Х.М. Назаров, Х.И. Тиллобоев, М.М. Исматдинов, А. Адхамов / Материалы Международной научно-теоретической конференции на тему «Математика в современном мире» - Худжанд. Таджикистан. 2024. - С.292-297.
- 110-А.Мирсаидов У.М. Урановые хвостохранилища г. Истиклола: проблемы, решения / У.М. Мирсаидов, Х.М. Назаров, М.З Ахмедов, Б.Д. Бобоев, Х.И.Тиллобоев, Н.У. Хакимова / Материалы 24-й Международной научно-теоретической конференции на тему «Сахаровские чтения 2024 года: экологические проблемы XXI века» - Минск. Белорусия. 2024. -С.202-207.
- 111-А. Тиллобоев, Х.И. Таҳқиқоти физикӣ-химиявӣ ва ифлосшавии обҳои табӣ / Х.И.Тиллобоев, Д.М. Ёқубова., Н.О Ашрапова, Д.А. Солиева / Маводи конференсияи байналмилалии илмӣ-амалӣ“Рушди илмҳои риёзӣ, дақиқ ва табӣ даристехсолот” солҳои 2020-2040 “20-солаги омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқва риёзӣдар соҳаи илму маориф”. - Данғара. Таджикистан. 2024. -С. 232-236.
- 112-А.Тиллобоев, Х.И. Гидрогеологическое особенности загрязнения водной среды на основе системы мониторинга / Х.И.Тиллобоев, Х.М.Назаров, Б.Д. Бобоев, М.З. Ахмедов, Б.Б. Баротов / Маводи конференсияи байналмилалии илмӣ-амалӣ“Вазъи муосири таъмини сифат ва бехатарии экологии маҳсулоти озуқавори дар Осиёи Миёна”. -Худжанд. Таджикистан. 2024. -С. 192-195.
- 113-А. Тиллобоев, Х.И. Некоторые экологические аспекты мониторинга атмосферного воздуха города Худжанда / Х.И.Тиллобоев, С.Ф.Абдуллозода, Р.А.Джураева, У.Р.Охунова / Материалы Международного научного журнала «IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION». - Астана. Казахстан. 2024.- С. 34-39.
- 114-А.Тиллобоев, Х.И. Критерии загрязнённости территорий радионуклидами ураноперерабатывающих предприятий / Х.И. Тиллобоев, Х.М.Назаров, Д.И. Мирзоев, К.А.Эрматов, М.М.Исматдинов / Материалы республиканской научно-практической конференции XIX-е Нумановские чтения «Развитие фундаментальной и прикладной химии и её вклад в индустриализацию страны». – Душанбе. Таджикистан. 2024. – С.300-302.
- 115-А.Джураева, Р.А. Мониторинг загрязнения воздушной среды частицами рм2.5 города Худжанда / Р.А. Джураева, Х.И.Тиллобоев, С.Ф. Абдуллозода /

Материалы Международной научно-теоретической конференции на тему ««Современные проблемы физики» - Душанбе. Таджикистан. 2024. -С.311-315.

- 116-А. Мирсаидов, У. М. Накопление тяжелых металлов дикорастущими растениями вокруг уранового хвостохранилища / У.М.Мирсаидов, Х.М.Назаров, **Х.И. Тиллобоев** / Материалы 25-й Международной научно-теоретической конференции на тему «Сахаровские чтения 2024 года: экологические проблемы XXI века». - Минск. Белорусия. 2024. -С.212-217.
- 117-А.Назаров Х.М. Выбор дикорастущих растений для поглощения радионуклидов и тяжёлых металлов» / Х.М. Назаров, **Х.И. Тиллозода**, Ф.Х. Гаффорова, У.М. Мирсаидов / Материалы Международной научно-теоретической конференции на тему «Перспективы использования ядерной технологии и проблемы радиационной безопасности в государствах Центральной Азии». - Душанбе. Таджикистан. 2025. -С.75-78.
- 118-А. Назаров Х.М. Физические параметры урансодержащих вод при сорбции с различными адсорбентами / Х.М. Назаров, **Х.И. Тиллозода**, Ш.Н. Ишратов, И.Ф. Рахимов / Материалы Международной научно-теоретической конференции на тему «Перспективы использования ядерной технологии и проблемы радиационной безопасности в государствах Центральной Азии». - Душанбе. Таджикистан. 2025. -С.75-78.

-патенты Республики Таджикистан:

- 119-А.Малый патент Республики Таджикистан №ТJ 1225. МПК: B 01 J 20/20, C 01 B 31/08. Способ получения активного угля с двойным назначением / Х.М. Назаров, **Х.И. Тиллобоев**, З.Х. Бободжонова // №2101577; заявл.14.07.2021 г. опубл.20.12.2021, Бюл.178, 2021. – 5 с.
- 120-А.Малый патент Республики Таджикистан №ТJ 1246. МПК: C02F9/08, C02F1/28. Комплексной сорбционной очистки загрязненных вод / Х.М. Назаров, И. Мирсаидзода, **Х.И. Тиллобоев**, З.Х. Бободжонова, Ш.А Рахимбердиев // №2101576; заявл.14.07.2021 г. опубл.20.02.2022, Бюл. , 2022. – 8 с.
- 121-А.Малый патент №ТJ 1339 / №2101582; заявл. 16.06.2022 г. опубл. 15.03.2023. Получение коагулянта из глины каолина для очистки загрязненных вод / **Х.И. Тиллобоев**, Р.О. Азизов, Д.А. Муротова // Бюл.192, 2023. – 8 с.
- 122-А.Малый патент №ТJ 1434 / №2201748; заявл. 03.11.2022 г. опубл. 25.10.2023. Способ очистки загрязненной вод с помощью коагулянта из глины каолина / **Х.И. Тиллобоев**, Р.О. Азизов, Д.А. Муротова, Д.М. Екубова // Бюл.198, 2023. – 8 с.
- 123-А.Малый патент №ТJ 1544 / №2201644; заявл. 28.02.2022 г. опубл. 18.10.2024. Состав для защиты мелкодисперсных отходов от распыления (варианты) / Х.М. Назаров, **Х.И. Тиллобоев**, З.Х. Бободжонова, Д.И. Мирзоев, Д.М. Ёкубова, М.М. Исматдинов Ф.А.Хамидов // Бюл 198, 2024. – 8 с.

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

Бо ҳуқуқи дастнавис

ТДУ: 546.01: 504.75, 504.064, 504.05.06, 504/03 (575.3)



ТИЛЛОЗОДА ҲАКИМ ИБРОГИМ

НАҚШИ РАВАНДҲОИ ХИМИЯВӢ ДАР КӮЧИШИ РАДИОНУКЛИДҲО
ВА МЕТАЛЛҲОИ ВАЗНИН ДАР ЭКОСИСТЕМА
(*дар шароити Тоҷикистон*)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т И

диссертатсия барои дарёфти дараҷаи доктори илмҳои техниқӣ
аз рӯи ихтисосҳои 02.00.00 – Химия (02.00.01 – химияи ғайриорганикӣ)
ва 03.02.08 – Экология (03.02.08.04- соҳаи техниқӣ)

Душанбе – 2025

Кори диссертационӣ дар шуъбаи илмию таҳқиқотии Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон иҷро гардидааст.

**Мушовири
иљмӣ:**

Назаров Ҳолмурод Марипович,
доктори илмҳои техникӣ, профессор, муовини директори Филиали Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон дар вилояти Суғд

**Муқарризони
расмӣ:**

Ҳакдод Ҷаҳмадшариф Ҷаҳмуд,
доктори илмҳои техникӣ, профессор, узви вобастаи АМИТ, сарҳодими илмии институти маъсалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон,

Исозода Диловаршоҳ Тарик,
доктори илмҳои техникӣ, дотсент, ректори Донишкадаи энергетикии Тоҷикистон,

Мабатқадамзода Кимё Сабзқадам,
доктори илмҳои химия, дотсенти кафедраи «Химияи ғайриорганики»-и Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

**Муассисаи
пешбар:**

Донишгоҳи (Славянин) Русияву Тоҷикистон,
ш. Душанбе

Ҳимояи диссертатсия санаи 10 декабря соли 2025, соати 9⁰⁰ дар ҷаласаи Шӯрои диссертационии муштараки 6D.KOA-042 назди Институти химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ ва Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии АМИТ баргузор мегардад. Суроғ: 734063, ш. Душанбе, кучай Айнӣ 299/2, E-mail: f.khamidov@cbn.tj, +992934366463.

Бо мӯҳтавои диссертация дар китобхонаи иљмӣ ва сомонаи Институти химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ www.chemistry.tj шинос шудан мумкин аст.

Автореферат «_____» 2025 с. аз рӯйи феҳристи пешниҳод шуда, фиристода шуд.

Котиби илмии
шӯрои диссертационӣ,
номзади илмҳои техникӣ



Ҳамидов Ф.А.

ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ

Мубрамии мавзуи таҳқиқот. Экология мусир раванди омӯзиш ва фаҳмиши ҳолати муҳити зист ва ҷустуҷӯи роҳҳои ҳаллу фасли мушкилоти экологӣ, марбут ба ҳифзи муҳити атроф аз таъсири омилҳои антропогенӣ мебошанд, ки ҷаҳонбинии васеъ байни фанҳо дар самти азхудкуни дониш ба ҳисоб рафта, он ҳодисаҳои табиӣ, техникӣ ва иҷтимоиро дар бар мегирад.

Яке аз самтҳои вобаста ба экологияи иҷтимоӣ ин экологияи амалӣ мебошад, ки меъёрҳои истифодаи захираҳои табиӣ ва муҳити зистро омӯхта, дараҷаи таъсири иҷозатдодашударо дар онҳо муайян карда, шаклҳои идоракунии экосистемаро муқаррар менамояд. Ба намуди экологияи амалӣ, аз ҷумла экологияи саноат (муҳандисӣ), экологияи химиявӣ, экологияи кишоварзӣ, экологияи рекреатсионӣ, экологияи тиббӣ, истифодаи табиат ва муҳофизати он доҳил мешавад. Экология ҳамчун илм давраи ҳодисаҳоро дар биосфера фаро гирифта, он дар алоқамандӣ бо химия, технологияи химиявӣ ва таъсири манғӣ ба муҳити зистро меомӯзад. Дар айни замон, истифодаи усулҳои химиявӣ ба бартараф ё кам намудани дараҷаи таназзулёбии табиат имконият медиҳад.

Масъалаҳои ҷиддии дорои аҳамияти минтақавӣ ва глобали, ки ба ифлосшавии муҳити зист бо боқимондаҳои маводи радиоактивии саноатӣ марбут аст, ба коркард ва нигоҳдории ҳатмии онҳо равона шуда, он ба инкишофи босуръати энергияи атомӣ дар ҷаҳон ва ба омӯзиши комплексии мониторинги экологии доимии объектҳои мазкур эҳтиёҷ дорад. Дар ҳолате, ки истиҳроҷ ва коркарди маъданҳои уранӣ бо ҳосилшавии миқдори зиёди партовҳои моеъ, саҳт ва ҷангугазӣ ба анҷом расида, дар корҳонаҳо ва дигар секторҳои иқтисодӣ ҳамчун ашёи хоми дуюмдараҷа истифода мешаванд. Дар навбати худ, қисми асосии манбаъҳои технологени ифлоскунанда бевосита ба муҳити табиӣ гузашта, хусусан ба сатҳи замин рехта, ба қӯчиши меҳаникии маводи маҳинзарраи ифлос мегардад. Инчунин ба қабатҳои атмосфераи замин ва обҳои рӯизаминӣ мебарояд. Ичрои маҷмӯи таҳқиқотҳои илмӣ-амалии мониторингӣ ба муайян намудани ифлосшавии радиоактивӣ дар ҳар як объект, торафт аҳамияти бештар пайдо мекунад.

Дараҷаи таҳқиқи мавзӯи илмӣ. Дар ҳудудҳои алоҳидаи Тоҷикистон, ки дар наздикии маҳфузгоҳҳои радиоактивӣ ва партовҳои корҳонаи истиҳроҷи уран воеъ гардидаанд, ба зиёдшавии радиатсияи заминӣ сабаб мегарданд. Таҳқиқотҳо аз ҷониби олимон Критский С.Н (1952), Дробков А.А. (1958), Перелман А.И. (1965), Волфсон Ф.И. (1965), Тютюнова Ф.И. (1976), Журавлев В.Г. (1978), Мосинетс В.Н. (1978), Голубев, В.С. (1981), Илин В.Б. (1991), Кобулиев З.В. (2000-2020), Исаев Р.С. (2004), Мирсаидов У.М. (2004-2024), Новиков А.П. (2005), Назаров Х.М. (2005-2024), Розиқов З.А. (2005-2020), Муртазоев У.И. (2006), Беззубов Н.И. (2007-2017), Ҳакимов Н. (2007-2018), Юнусов М.М. (2007-2012), Бобоев Б.Д. (2012), Аҳмедов М.З. (2012), Ҳоҷибоев Д.Д. (2017) ва дигарон ба ҷанбаҳои гуногуни мониторинги муҳити экологии истифода ва ҳифзи замин, инчунин захираҳои об баҳшида шудаанд. Аммо бояд қайд кард, ки масъалаҳои омӯхташудаи олимон на ба пуррагӣ мушкилоти минтақаҳои радиоактивии технологенӣ, марбут ба фаъолияти истеҳсоли уран ва татбиқи идоракунии мониторинги радиоэкологоро дар қаламрави Тоҷикистон ба пуррагӣ ҳал карда наметавонад.

ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ

Мақсади таҳқиқот: Муайян намудани хусусиятҳои экологияи химиявӣ бо

омӯзиши кӯчиши радионуклидҳо ва металлҳои вазнин дар экосистемаҳо (дар шароити Тоҷикистон), инчунин рушди асосҳои илмӣ-амалии таъмини бехатарии радиоэкологӣ мебошад.

Вазифаҳои таҳқиқот:

1. Таҳлил ва арзёбии робитаи байни химия ва равандҳои химиявӣ бо экология;
2. Омӯзиши дараҷаи таъсири манғии ифлосшавии химиявӣ ба муҳити зист;
3. Гузаронидани таҳқиқоти назариявӣ ва таҷрибавӣ дар асоси мониторинги радиоэкологии ифлосшавии хок ва растани дар давраҳои гуногуни мавҷудияти маҳфузгоҳҳои радиоактивӣ;
4. Омӯзиш ва муқаррар намудани хусусиятҳои механизми раванди кӯчиши радионуклидҳо ва металлҳои вазнин дар системаи «маҳфузгоҳ-хок-растани» дар объектҳои омӯхташаванда;
5. Иҷрои таҳқиқоти назариявӣ ва таҷрибавии динамикаи ифлосшавии обҳои рӯизамини дар зеризамини дар атрофи маҳфузгоҳҳои партови радиоактивӣ, ки дар ҳудуди Тоҷикистон бо радионуклидҳо ва металлҳои вазнин ҷойгиранд;
6. Аз ҷиҳати назариявӣ асоснок намудани модели мушаҳҳаси идоракуни бехатарии радиоэкологӣ дар ҳудудҳои техногенӣ;
7. Таҳияи тавсияҳо оидитаъмини бехатарии радиоэкологии муҳити атрофи объектҳои радиоактивии ҳудуди Тоҷикистон бо назардошти принсипҳои мувоғиқати техносферӣ.

Объекти таҳқиқот: Биосфераи Тоҷикистон ва омилҳои химиявие, ки ба бехатарии радиоэкологии онҳо таъсир мерасонанд.

Мавзуи (предмет) таҳқиқот: Робитаи байни ду илм (химияи ғайриорганикӣ ва экология) идоракуни амалӣ ва имконпазири бехатарии радиоэкологӣ, кам кардани ҳатарҳои сунъӣ. Муаллиф диссертатсия кори зиёдеро анҷом додааст, ки ҳам аҳамияти илмӣ ва ҳам амалӣ дорад.

Методи таҳқиқот: Гирифтан ва тайёр намудани намунаҳо бо усулҳои стандартӣ гузаронида шуд. Барои муайян кардани катионҳои металлӣ усулҳои спектрофотометрии абсорбсияи атомӣ ва хроматографияи ионҳо барои муайян кардани анионҳои асосӣ истифода шуданд. Элементҳои сайёр бо усули ҷудокунии об муайян карда шуд. Барои муайян кардани ифлоскунандаҳои биогении металлҳо дар минтаҷаҳои ландшафтӣ-геохимикӣ усули биогеохимикӣ истифода шуданд.

Маълумоти асосӣ ва базаи таҷрибавӣ. Ҳангоми таҷрибаҳо мо тарозуи таҳлилии “Sartorius LA 230P” ва таҳлили бисёрпараметри бо pH-метри “Eijkenkamp 18.28” бо электроди шишагин истифода карда шуд. Танзими pH бо истифода аз маҳлулҳои буферии “Mettler Toledo” гузаронида шуданд.

Дар кор усулҳои зерини таҳлил истифода шудаанд:

- таҳлили абсорбсияи атомӣ барои муайян кардани сифати об бо истифода аз спектрометри “AAnalyst 800” (PerkinElmer, ИМА);
- фони табиии радиатсионӣ бо истифода аз асбобҳои зерин ҷен карда шуд: “ДКС-1123АТ” (Atomtech, Беларусь), “ДКС-96” (Doza, РФ), “МКС”-АТ6130 (Atomtech, Беларусь), “инспектор 1000” (Канберра, ИМА);
- муайян кардани фаъолияти радионуклидҳои табии (РНТ) бо усули ҷамъбастӣ дар фосилаҳои энергетикӣ дар спектрометри “SE-BG-01”-“АКР-70-63”;
- инчунин бо ёрии спектрометри “Спектроскан MAKС-GF2E” бо барномаи “QAV” (Spectron, RF) муайян кардани таркиби хок, растани ва таҳшинҳои поёни

анчом дода шуданд.

Марҳилаҳои омӯзии аз интихоби намуна, омодасозии намунаҳо, таҳлил ва муҳокимаи маълумоти ба даст омада иборат буданд.

Навғониҳои илмии таҳқиқот:

1.Бори аввал дар асоси таҳқиқотҳои ҳамаҷонибаи илмӣ ва амалӣ кӯчиши химиявии радионуклидҳо ва ионҳои металлҳои вазнин дар экосистема омӯхта шуда, дар объектҳои мониторингӣ қоэффициенти биологии ҷаббиш дар системаи “маҳфузгоҳ-хок-растани” ба қайд гирифта шуданд.

2.Бо истифода аз маҷмӯи функсиияи ифлосшавӣ, оиди дараҷаи ифлосшавии химиявии хок ва растани дар минтақаи маҳфузгоҳҳои партови радиоактивӣ маълумоти боэътиҳод ба даст оварда шуданд.

3.Дар асоси принципҳои идоракуни доймӣ ва имконпазири гузаронидани мониторинги радиоэкологӣ, номгӯи асосии элементҳои химиявии ифлоскунанда ва рафтори онҳо муайян карда шудааст.

4.Бори аввал барои объектҳои таҳқиқшаванда, омилҳои таъсири физиологӣ муайян намуд, равандҳои гузариши ҳаёти растани ва концентратсияи элементҳои химиявии онҳо ба таври интихобӣ дар соҳтори дохилинамудӣ муайян карда шуд.

5.Дар асоси натиҷаҳои таҳқиқот ҳатти сарҳадии дараҷаи ифлосшавии обҳои рӯизамини дар зеризамини, сатҳи воқеии ифлосшавӣ бо равандҳои химиявӣ дар минтақаи техногенӣ муайян карда шуданд.

6.Таҳқиқотҳо оиди раванди диффузияи радон гузаронида, дар якчанд мисолҳо таркиби гранулометрии гуногун ва миқдори маҳсуси зарраҷаҳои гранулометрӣ бо истифода аз хоки нейтралӣ омӯхта шуданд.

7.Дар асоси таҳқиқотҳо дараҷаи ифлосшавии системаи обтаъминкуни, ҳам аз ҷиҳати химиявӣ ва ҳам экологӣ маълумот ба даст оварда шуд. Он имконият дод, ки манбаи ифлосшавии радиоактивии ҳудуди ҳамшафат ва шабакаи ҷараёни об маҳсусан дар объектҳои гӯронида нашуда ва сабаби ифлосшавӣ аз ҳисоби партовҳои корхонаи истихроҷи уран муайян карда шуд.

8.Коркарди асосҳои концептуалии модел ва усулҳои идоракуни бехатарии партовҳои радиоактивии истеҳсоли уранӣ дар Тоҷикистон инкишоф дода шуд.

Арзии назариявии кори диссертационӣ дар муайян намудани механизми раванди химиявии кӯчиши радионуклидҳо ва металлҳои вазнин дар экосистема; ташкили шабакаи истинодӣ барои гузаронидани мониторинги радиатсионӣ ва экологии минтақаҳои ифлосшуда; гирифтани маълумоти нав барои дар таҳия ва татбиқи лоиҳаҳо, истифодаи маҳфузгоҳҳо ва барқарорсозии минтақаҳои ифлосшуда иборат аст.

Аҳаммияти амалӣ дар ҷорӣ намудани технологияҳои мусири гӯронидани сатҳи партовҳои радиоактивии истеҳсоли уранӣ барои коҳиш додани фони радиатсионӣ мебошад. Усули таҳияшудаи мониторинги радиоэкологии муҳити зист барои тарҳрезӣ, идоракуни махфузгоҳҳо ва барқарорсозии минтақаҳои ифлосшуда, аз ҷониби мақомоти хоҷагии об, Агентии мелиоратсия ва обёрии назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон ва дар раванди таълими мактабҳои олий дар тайёр кардани кадрҳои соҳаи химия ва экология истифода мебаранд.

Муқарраротҳои ба ҳимоя пешниҳодшаванда:

1.Реаксияҳои асосии химиявии раванди кӯчиши радионуклидҳо ва металлҳои вазнин дар хок, обанборҳо ва атмосфера.

2.Механизми химиявии равандҳои ҳалшавӣ ва мубодилаи ионии моддаҳои

ифлоскунанда дар муҳити атроф ва таъсири манфии онҳо ба экосистема.

3. Натиҷаи таҳқиқоти назариявӣ ва таҷрибавии мониторинги радиоэкологии ифлоскунандаҳо дар давраҳои гуногуни мавҷудияти партовҳои радиоактивӣ;

4. Натиҷаҳои омӯзиши механизми равандҳои химиявии кӯчиши радионуклидҳо ва металлҳои вазнин дар системаи «маҳфузгоҳ-хок-растани».

5. Натиҷаҳои таҳқиқоти назариявӣ ва амалии динамикаи ифлосшавии обҳои рӯизаминӣ ва зеризамини худуди маҳфузгоҳ бо радионуклидҳо ва металлҳои вазнин дар Тоҷикистон;

6. Асосҳои назариявии ташкили модели мушаҳхаси идоракунии бехатарии радиоэкологии ҳудудҳои техногенӣ. Пешгӯй ва идоракунии бехатарии радиоэкологӣ бо истифода аз моделҳои мусоид: "Эколего", "ОНД-86", "Модели Гаусс" "Модели бак".

7. Идоракунии радиоэкологӣ ва имконияти гузаронидани мониторинг барои муайянкуни минтақаи ифлосшудаи радиоактивӣ ва рафтори онҳо дар экосистема.

8. Тавсияҳо оид ба таъмини амнияти радиоэкологии муҳити атрофи объектҳои радиоактивӣ дар қаламрави Тоҷикистон бо назардошти принсипҳои мувофиқати техносферӣ.

Дараҷаи ӯзтимоднокии натиҷаҳо бо истифодаи таҷҳозоти ҳозиразамон ва усулҳои стандартии саноатӣ муайян карда шудааст. ҳаҷми кофии таҳқиқоти таҷрибавӣ, намунавӣ ва мувофиқияти онҳо ва баҳодиҳии маълумоти ба даст омада, бо истифода аз усулҳои математикӣ оморӣ.

Мутобиқати диссертатсия ба шиносномаи ихтисоси илмӣ:

1. Соҳаи таҳқиқот ба шиносномаи ихтисоси 02.00.00 – Химия (02.00.01 – химияи ғайриорганикӣ) аз рӯи бандҳои зерин мувофиқат мекунад:

6.4. Реаксияи пайвастагиҳои ғайриорганикӣ дар ҳолатҳои гуногуни агрегатӣ ва шароити экстремалӣ;

6.5. Муносабати байни таркиб, соҳтор ва хосиятҳои пайвастагиҳои ғайриорганикӣ;

6.10. Моделонии равандҳо дар муҳити зист, растани ва организмҳои зинда бо иштироқи объектҳои таҳқиқоти химияи ғайриорганикӣ.

2. Соҳаи таҳқиқот ба шиносномаи ихтисоси 03.02.08 – Экология (03.02.08.04 – илмҳои техникӣ) аз рӯи бандҳои зерин мувофиқат мекунад:

6.1. Тартиби умумии фаъолияти системаҳои биологӣ дар фазо ва вақт, вобаста ба омилҳои табиӣ ва антропогенӣ;

6.7. Ошкор намудани механизм алоқамандии моддаҳо бо максади тақмил додани усулҳои истифодабарии онҳо дар ҳоҷагии ҳалқ, кам кардани оқибатҳои манфии алокай байнинамудҳо барои инсон ва биота;

6.11. Асосҳои назариявӣ, моделҳо ва усулҳои идоракунии оқилона аз ҷиҳати экологӣ бехатар, истифодаи табиат, инчунин асосноккуни экологии меъёрҳои таъсири инсон ба табиати зинда;

6.13. Усулҳои мониторинги биологии тағирёбии ҳолати популатсияҳо, ҷомеаҳо, экосистемаҳо дар зери таъсири омилҳои муҳити зисти дорои табиати гуногун, асосноккуни интиҳоби намудҳои индикаторҳои таъсири манфии омилҳои муҳити зист ва меъёрҳои санчиши баҳодиҳии он дар ҳолатҳои гуногун, дараҷаи ташкили биологӣ.

6.15. Усулҳои барқарор намудани комплекси табиии минтақавӣ, тоза кардани

маҳалҳои ифлосшуда ва мухити обӣ дар асоси биоремедиатсия;

6.19. Тавсияҳо оид ба истифодаи усулҳои таҳлил ва ҳалли технологӣ барои пешгирии ифлосшавии мухити зист ва кам кардани таъсир ба экосистемаи атроф.

Саҳми шаҳсии довталаҳи дараҷаи илмӣ. Диссертатсия натиҷаи таҳқиқоти муаллиф дар шӯъбаи илмӣ-таҳқиқотии Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядрои АМИ Тоҷикистон буда, аз интиҳоби масъалаҳои таҳқиқотӣ ва роҳҳои ҳалли онҳо, гузаронидани корҳои саҳроӣ ва экспедитсионӣ иборат аст. Гузаронидани таҳқиқот дар шароити лабораторӣ, арзёбии натиҷаҳои ба даст овардашуда, тартиб додани муқаррароти асосӣ ва хуносай диссертатсионӣ, инҷунин дар таҳияи тавсияҳо ва татбики онҳо дар корҳои илмӣ-таҳқиқотӣ ва мониторингӣ мебошад

Тасвӣ ва амалисозии натиҷаҳои диссертатсия. Муқаррароти асосии диссертатсия дар конференсияҳо, симпозиумҳо ва семинарҳои илмии зерин мавриди баррасӣ қарор гирифтанд:

-дар байналмиллалий: Конференсияи байналмиллалии «Мушкилоти актуалии саноати уранӣ» (Алмаато, Қазоқистон, 2004); Конференсияи байналмиллалии «Водии Фаргона: мушкилоти асосии мероси техногенӣ, мероси уранӣ дар Тоҷикистон» (Қайраққум, Тоҷикистон, 2006); Конференсияи байналмиллалии илмӣ-амалии «Системаи муҳандисӣ 2009» (Маскав, Русия, 2009); Конференсияи IV-уми байналмиллалии «Экология ва гуногуни биологӣ» (Кӯлоб, Тоҷикистон, 2011); Конференсияи VII-уми байналмиллалии «Тарақиётҳои пешрафта дар илм ва технология» (Полша, 2011); Конференсияи VIII-уми байналмиллалии «Моделҳо ва навтарин дастовардҳои технология» (Булғористон, 2012); Конференсияи байналмиллалии илмӣ-амалии «Физика, химия, биология: мушкилоти ҷорӣ» (Новосибирск, Русия, 2012); Конференсияи V-уми байналмиллалии илмию амалии донишҷӯён «Ҷамъияти илмии донишҷӯёни асри 21» (Новосибирск, Русия, 2012); Симпозиуми II-уми байналмиллалии «Манбаъҳои барқароршаванди энергия ва технологияҳои каммасраф» (Хуҷанд, Тоҷикистон, 2012); Конференсияи V-уми байналмиллалии илмӣ-амалии «Проблемаҳои экологии минтаҳаҳои табӣ ва шаҳрӣ» (Астраҳан, Русия, 2012); Конференсияи XI-уми байнурмиллалии илмии «Проблемаҳои қаламрави шаҳрӣ» (Чехия, 2012); Конференсияи V-уми байналмиллалии илмӣ-амалии «Хусусиятҳои экологии гуногуни биологӣ» (Хуҷанд, Тоҷикистон, 2013); Конференсияи 1-уми байналмиллалии илмӣ-амалии «Рушди илмҳои табиатшиносӣ дар Аврупо» (Штутгарт, Олмон, 2013); Конференсияи байналмиллалии илмӣ-амалии «Таҳқиқоти бунёдӣ ва амалӣ, қалимаи нав дар илм» (Маскав, Русия, 2013); Конференсияи IX байналмиллалии амалии «Комёбиҳои мусоири илм» (Чехия, 2013); Конференсияи байналмиллалии илмӣ-амалии «Тамоюли рушди илмҳои табиатшиносӣ ва математика» (Новосибирск, Русия, 2013); Конференсияи IX-уми байналмиллалии илмӣ-амалии «Таҳқиқоти бунёдӣ ва амалӣ: мушкилот ва натиҷаҳо» (Новосибирск, Русия, 2013); Конференсияи байналмиллалии илмию амалии «Инноватсия дар илм ва технология, масъалаҳои тиб, биология ва технология. Илмҳо» (Маскав, Русия, 2014); Конференсияи илмию амалӣ бахшида ба 55-солагии доктори илмҳои химия, профессор, Узви вобастаи Академияи илмҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон, Қуқаниев М.А». (Душанбе, Тоҷикистон, 2015); Конференсияи байналмиллалии илмӣ-амалӣ «1150-солагии алкимиё ва файласуфи форсу тоҷик Абӯбакри Муҳаммад ибни Закариёи Розӣ (Душанбе, Тоҷикистон, 2015); Конференсияи

байналмилалии илмӣ-амалии «Даҳсолаи амал, об барои ҳаёт» (Чкалов, Тоҷикистон, 2015); Конференсияи байналмилалии илмӣ-амалӣ баҳшида ба «25-солагии Истиқлолияти Ҷумҳурии Тоҷикистон» (Чкалов, Тоҷикистон, 2016); Симпозиуми байналмилалии KSCMBS-2016 Симпозиуми Ҳуҷандӣ оид ба илмҳои биологии ҳисоббарорӣ (Ҳуҷанд, Тоҷикистон. 2016); Конференсияи байналмилалии илмӣ-амалии «Омилҳои гидроиклими истифодаи заҳираҳои оби Осиёи Марказӣ» (Ҳуҷанд, Тоҷикистон. 2019); Конференсияи байналмилалии илмӣ-амалии «Мушкилоти биёбоншавӣ: динамика, арзёбӣ, ҳалли онҳо» (Самарқанд, Ӯзбекистон, 2019); Конференсияи байналмилалии илмӣ-амалии «Логистика ва ҳамлу нақли мултимодалӣ: мушкилот ва роҳҳои ҳалли онҳо» (Бӯстон, Тоҷикистон. 2019); Конференсияи VII-уми байналмилалии илмии амалии «Илм ва маориф дар ҷаҳони муосир дар асри 21» (Остона, Қазоқистон, 2020); Конференсияи X-уми байналмилалии илмӣ-амалии «Ҳониши Ломоносов» (Душанбе, Тоҷикистон. 2020); III-ум Конференсияи байналмилалии илмӣ-амалии «Ҷомеаи илмӣ: тадқиқоти байнисоҳавӣ» (Гамбург, Олмон. 2021); Конференсияи 1-уми байналмилалии илмӣ-амалӣ «Баромадҳои рушди таҳқиқот дар соҳаи кимиёи пайвастагиҳои координатсионӣ ва ҷанбаҳои татбиқи онҳо» (Душанбе, Тоҷикистон, 2022); Конференсияи байналмилалии илмии экологӣ баҳшида ба 100-солагии КУБГАУ (Краснодар. Кубан. Русия, 2022); Конфронси байналмилалии илмӣ-амалии «Амнияти кимиёвӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ҳастай: дастовардҳо, мушкилот ва дурнамои оянда» (Душанбе, Тоҷикистон. 2023); научно-практической конференции «Цифровая индустрия и энергетическое развитие глазами ученых и исследователей» (г.Душанбе, Таджикистан, 2024).

- дар ҷумҳурияи Ҷумҳурии Тоҷикистон: Конференсияҳои олимон ва мутахассисони ҷавон (Ҳуҷанд, Тоҷикистон, 1999); Конференсияи илмӣ-амалии олимони ҷавон (Душанбе, Тоҷикистон, 2000); Конференсияи II-уми ҷумҳуриявии илмии амалии «Истифодаи технологияҳои муосир дар коркарди маъданҳои кӯҳӣ ва металлургия» (Чкалов, Тоҷикистон. 2008); Конференсияи III-уми ҷумҳуриявӣ «Истифодаи технологияҳои муосир дар коркарди маъданҳои кӯҳӣ ва металлургия» (Чкалов, Тоҷикистон. 2009); Ҳониши И.У.Нӯъмонов (Душанбе, Тоҷикистон. 2009, 2019, 2021, 2023, 2024); Конференсияи ҷумҳуриявӣ «Мушкилоти актуалии таълими фанҳои табиатшиносӣ ва техниқӣ дар мактабҳои миёна ва олий» (Ҳуҷанд, Тоҷикистон, 2010); Конференсияи ҷумҳуриявии илмии амалии «Ҳифзи муҳити зист вазифаи ҳар як шаҳрванд» (Ҳуҷанд, Тоҷикистон, 2012); Конференсияи илмии ҷумҳуриявӣ «Кимиё, технология ва экологияи об» (Душанбе, Тоҷикистон, 2013); Конференсияи илмии ҷумҳуриявии «Об манбай асосии энергия» (Душанбе, Тоҷикистон, 2013); Конференсияи ҷумҳуриявии илмии амалии «Об барои ҳаёт» (Душанбе, Тоҷикистон, 2015); Конференсияи ҷумҳуриявии илмии амалии «Мушкилоти муосири физикаи моддаҳои конденсатӣ ва физикаи ядроӣ» (Душанбе, Тоҷикистон. 2020); Конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ-назариявии «Асосҳои рушд ва дурнамои илми кимиё дар Ҷумҳурии Тоҷикистон» (Душанбе, Тоҷикистон. 2020); Конференсияи ҷумҳуриявии илмии амалии «Илмҳои бунёдӣ – асоси такмили технология ва мавод» (Душанбе, Тоҷикистон, 2022). Конференсияи илмӣ-амалии «Амнияти кимиёвӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ҳастай: дастовардҳо, мушкилот ва дурнамои оянда» (Душанбе, Тоҷикистон. 2023). конфронси илмӣ-амалии «Саноати рақамӣ ва рушди энергетика бо нигоҳи олимон ва муҳаққиқон» (Душанбе, Тоҷикистон. 2024).

Интишорот аз рӯйи мавзӯи диссертатсия. Дар асоси натиҷаҳои таҳқиқот 3 монография, 29 мақола дар маҷаллаҳои илмии тақризшаванда аз рӯйхати Комиссияи олии аттестатсионии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, 4 мақола бо индексатсияи “SCOPUS” чоп шудааст. Дар конфронсҳои ҷумҳурияйӣ ва байналмилалӣ 82 мақола ва тезисҳо дар нашрияҳо муаррифӣ шудаанд. 5 нахустпатенти Ҷумҳурии Тоҷикистон оид ба ихтироъ ва шаҳодатномаи санчиши ва татбиқи натиҷаҳои кор гирифта шудааст.

Соҳтор ва ҳаҷми диссертатсия. Диссертатсия дар 370 саҳифа пешниҳод шуда, он аз 85 ҷадвалҳо ва 84 расмҳо иборат аст. Соҳтор аз муқаддима, ҳафт боб, хулоса ва рӯйхати манбаъҳои истифодашуда (457 адад) иборат аст.

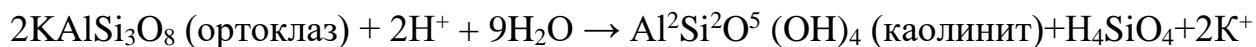
МУҲТАВОИ АСОСИИ КОР

Дар муқаддимаи кори диссертатсионӣ аҳамияти мавзӯъ, мақсад ва вазифаҳои таҳқиқот муайян намуда, муқаррароти асосии ҳимояшаванда, навғонии илмӣ ва аҳамияти амалии натиҷаҳои ба даст омада пешниҳод карда шудааст, тавсифи умумӣ ва соҳтори кор, мазмуни мухтасари диссертатсия, инҷунин маълумот оиди санчиши он, инҷунин саҳми шахсии муаллиф дар масъалаи таҳқиқшуда нишон дода шудааст.

Дар боби якум баррасии маълумоти адабиёти «Ҳусусиятҳои гузариши ҷараёни равандҳои химияйӣ ва ташаккули минтақаҳои ифлосшавии радиоактивӣ дар экосистема» аз ҷиҳати назарияйӣ асоснок карда шудааст; қӯчиш, мубодилаи ионӣ металлҳои вазнин дар системаҳои «хок-об» ва «об-таҳшинҳои обӣ» нишон дода шудаанд; таснифоти физикию химиявии манбаъҳои радионуклидҳои табиӣ ба биосфера воридшаванда оварда шудаанд; омилҳое, ки ба пайдоиши радионуклидҳои табиӣ дар об таъсир мерасонад, нишон дода шудааст; принципҳои мусоиди муайян намудани сарҳадҳои техногении минтақаҳои биогеохимикӣ дар мавзеъҳои геохимияйӣ баҳо дода шуданд; таъминоти техникии бехатарии радиоэкологии махфузгоҳҳо омӯхта шуданд. Омӯзиши қӯчиши радионуклидҳо ва металлҳои вазнин дар экосистема ба мо имкон медиҳад, ки механизмҳои интиқоли моддаҳои химияйӣ тавассути равандҳои ҳалшавӣ, диффузия, полониш ва интиқол бо об муайян карда шаванд. Ионҳои радионуклидҳо ва металлҳои вазнин метавонанд дар шакли катион ва ё анион ҳаракат карда, пайвастагиҳои ионии кам ҳалшавандаро ба вучуд меоранд. Реаксияҳои химияйӣ ба монанди адсорбсия, комплексҳосилшавӣ ва мубодилаи ионҳо ба рафтори моддаҳо дар хок, обанборҳо ва атмосфера нақши муҳимро мебозад. Шакли мавҷудияти металлҳои вазнин вобаста ба муҳити зист фарқ мекунад (ҷадвали 1).

Таъсири pH-и муҳит ва шароити оксиду барқароршавӣ (Eh) ба қӯчиши элементҳо расонида, таҳшиншавии металлҳои вазнинро дар маҳлулҳо, коагуляцияшавии коллоидҳо ва ҳаракати металлҳоро назорат мекунад.

Ҳамаи равандҳои химиявию биологӣ, табдилёбии пайвастагиҳои минералӣ бо иштироки бевоситаи фазаи моеъи хок ба амал омада, раванди ҳалшавии ортоклаз, ки дар натиҷа, таъсири калий дар маҳлул мемонад ва алюминий марҳилаи нави каолинитро ташкил медиҳад:



Чадвали 1. - Шаклҳои пайдоиши металлҳои вазнин вобаста ба муҳити рН

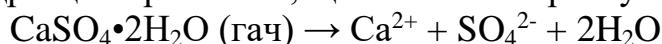
Металлҳо	Шаклҳои мавҷудияти металлҳо ва пайвастагиҳо
Zn	Zn ²⁺ (pH<7); [Zn(OH)] ⁺ (pH=7-8); Zn(OH) ₂ (pH>8)
Cu	CuL (pH<7); Cu ²⁺ (pH<7); CuHPO ₄ (pH<4); Cu(OH) ₂ [Cu(OH) ₃] ⁻ (pH>8); CuCO ₃ (pH>5)
Ni	Ni ²⁺ (pH<7); NiL (pH<9); NiCO ₃ [Ni(OH)] ⁺ Ni (OH) ₂ (pH= 6-9)
Pb	Pb ²⁺ (pH<4); PbL (pH=5-7); [Pb(OH)] ⁺ (pH = 6-10); Pb (OH) ₂ (pH>8); PbCO ₃ (pH=5-7)
Cd	Cd ²⁺ (pH<7); CdL (pH=5-7); Cd(OH) ₂ ; [Cd(OH)] ⁺ [Cd(OH) ₃] ⁻ (pH=6-10); CdCO ₃ (pH>8)
Fe (III)	FeL Fe ³⁺ (pH<3); [Fe(OH)] ²⁺ , [Fe(OH) ₂] ⁺ Fe(OH) ₃ (pH>6)

Ҳалшавии маъданҳо дар табиат васеъ паҳн шуда, реаксияи маъмулӣ ҳалшавии қалсит дар об, ки гази карбонат иштирок мекунад, чунин аст:



Расми 1.– Шаклҳои кӯчиши микроэлементҳо ва радионуклидҳо дар обҳои табиӣ

Ҳалшавандагии баъзе моддаҳо (намакҳо) инчунин аз ҳисоби ҳосил шудани гидратҳои кристаллӣ, ҳангоми таъсири мутақобила бо об зиёд мешавад:



Маҳлулҳои хок ба кӯчиши таркиби ҷараёни моддаҳо дар хок ва ландшафт таъсир мерасонад. Дар таҳқиқоти экологӣ шаклҳои муҳоҷирати элементҳо, моддаҳои ифлоскунанда ва радионуклидҳо муайян карда мешаванд, ки дар байни ҷузъҳои муҳити зист тақсим шудаанд (расми 1).

Шаклҳои физикию химиявии кӯчиши радионуклидҳо дар муҳити табиӣ аз ҳусусияти манбаъи ифлосшавӣ ва роҳҳои воридшавии равандҳои амалкунанда вобаста аст. Кӯчиши изотопҳои уран дар биосфера ба ҳосиятҳои физикию химиявии радионуклидҳо тобеъият дорад. Онҳо бо омилҳои муҳити зист, равандҳои тафийирёбии минералҳо, хок, об ва ҳавои атмосферӣ алоқаманд буда,

дар гардиши моддаҳо иштирок меқунанд. Табдилёбии радионуклидҳо дар об ба омилҳои гуногун асос ёфтааст. Ба шаклҳои мавҷудияти радионуклидҳо равандҳои оксиду барқароршавӣ таъсир мерасонад.

Кучиши радионуклидҳо дар об дар шакли маҳлул сурат мегирад. Барои муайянкуй ва кӯчиши ифлоскунандаҳо бъззе моделҳо истифода мебаранд, ки ба хосиятҳои физикӣ асос ёфтаанд. Шароитҳои физикӣ-химиявӣ, аз қабили комплексҳосилшавӣ, коагулятсия, сорбсия ва десорбсия шакли моддаҳои ба об воридшавандаро тағиیر дода, моддаҳои ҳалшудаи устуворро ба вучуд меоранд, ки таъсири мутақобилаи онҳо бо об, дараҷаи захролудии металлҳои вазнин ва радиоизотопҳоро муайян меқунад. Муайян намудани радионуклидҳо бо назардошти хосиятҳои химиявӣ дар тақсимоти моддаҳои ифлоскунанда нақши муҳим дорад. Тавре ки маълум аст, яке аз параметрҳои муҳими кӯчиши радионуклидҳо дар об, ин нишондиҳандай арзиши pH мебошад. Ҳалшавандагии ифлоскунандаҳо бо афзоиши арзиши pH ва дар шаклҳои катионӣ ва анионӣ зиёд мешавад.

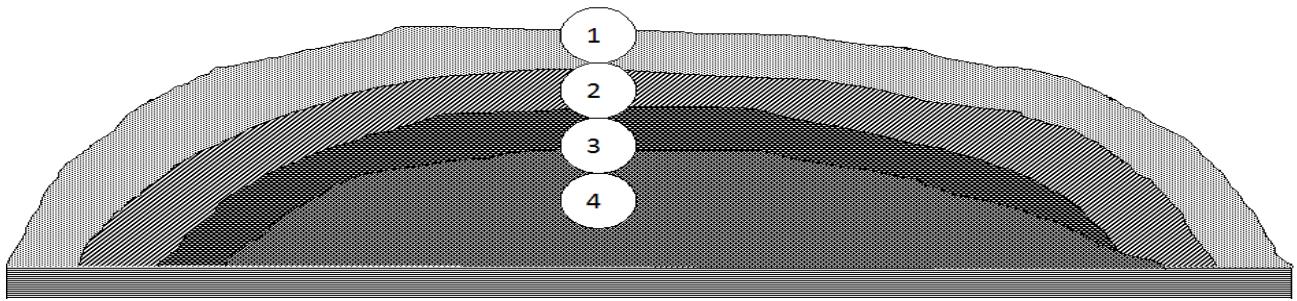
Яке аз объектҳои асосии ифлосшавӣ дар Осиёи Марказӣ ин Сирдарё мебошад, ки дар наздикии конҳои маъданҳои фоиданоки радиоактивӣ ва партовҳои саноатӣ воқеъ аст (ҷадвали 2). Ҷузъҳои ҳатмии мониторинги Сирдарё бояд аз мушоҳидаҳои минерализатсия, таркиби сулфатҳо, нитратҳо ва карбонатҳо, микроэлементҳо, инчунин металлҳои вазнин ва радионуклидҳо мебошанд.

Ҷадвали 2. – Ҷойгиршавии партовҳои корхонаҳои истиҳроҷи уран дар соҳили Сирдарё

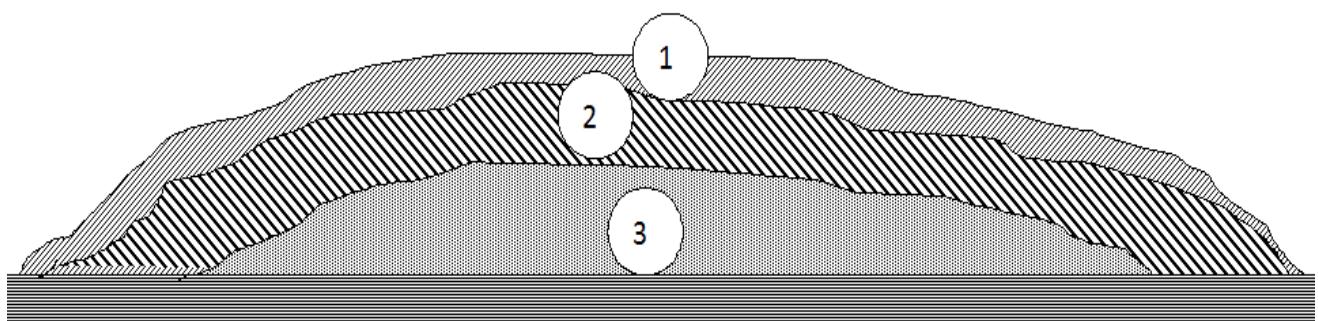
Ҷойгиршавӣ	Маҳфузгоҳҳои партовҳои радиоактивӣ
Кирғизистон	Маҳфузгоҳи Майлуу-Суу
Ӯзбекистон	Конҳои Чаркесар ва Тошкент
Тоҷикистон	Маҳфузгоҳҳои Истиқлол, Адрасмон, ш.Ғафуров, Деҳмой ва маҳфузгоҳи Бӯстон
Қазоқистон	Ҳалшавии зеризамиинии уран дар конҳо

Мушоҳидаҳои шароитҳои физикӣ-химиявӣ, аз қабили комплексҳосилшавӣ, коагулятсия, сорбсия ва десорбсия шаклҳои мавҷудияти моддаҳои ба об воридшавандаро тағиیر дода, моддаҳои ҳалшудаи устуворро ба вучуд меоранд, ки бо таъсири мутақобила дар об, дараҷаи захролудии металлҳои вазнин ва радиоизотопҳоро муайян меқунад..

Соҳтори минтақавӣ ва фарқияти бъззе ҳудудҳо, ки аз таъсири табиию шароити муҳити зист алоқаманд аст, муайян карда шуд. Дар натиҷаи таҳқиқот маъёрҳои ҳудуди истифодаи моделҳо ва усулҳои пешӯи тартиб дода шуданд. Таъмини техникии бехатарии радиоэкологии маҳфузгоҳ, ин гӯронидани объектҳои партовҳои радиоактивӣ мебошад (расми 2-3).



Расми 2. – Нақшай бурриши геологии маҳфузгоҳи шаҳри Ғафуров
 Минтақаи 1 аз маводҳои лёсмонанди гилӣ то 2,0 м ғафсӣ ифода ёфтааст;
 Минтақаи 2 аз фраксияҳои регии партовҳои радиоактивӣ, аз 2,5-3,0 м иборат аст;
 Минтақаи 3 бо маводи гилмонанди маҳинзарра, аз 4,0-4,5м иборат аст;
 Минтақаи 4 аз партовҳои радиоактивӣ, аз 8-10 м ва то 16-18 м ғафсӣ иборат аст.



Расми 3. – Нақшай бурриши геологии маҳфузгоҳи “Харитаҳои 1-9”
 Минтақаи 1 аз мавдҳои лёсмонанди гилии ғафсиаш аз 0,5 то 1,0 м иборат аст;
 Минтақаи 2 аз фраксияҳои регии партовҳои радиоактивӣ аз 0,5-1,0 м иборат аст;
 Минтақаи 3 аз партовҳои радиоактивӣ ғафсиаш аз 2,0-3,5 м то 8-14 м иборат аст.

Муайян карда шудааст, ки айни замон ҳолати муҳандисиу техникии маҳфузгоҳҳои марҳилаҳои I-IV дар шаҳри “Истиқлол”, “Харитаҳои 1-9” ва маҳфузгоҳи Ғафуров қаноатбахш арзёбӣ мегардад. Аммо, аз сабаби набудани қабати муҳофизатӣ дар сатҳ ва нишебиҳои маҳфузгоҳ, таъсири эрозияи шамолу об, ба кӯчиши моддаҳои радиоактивӣ ва химиявии зарарнок дар таркиби маводҳои маҳинзарраи маҳфузгоҳ дошта сабаб гардида, гузариш ба муҳити зист мушоҳида мегардад.

Дар боби дуюми диссертатсия “Равандҳои химиявии кӯчиши элементҳои гайриорганикӣ дар экосистема», усули гузарондани таҳқиқот баррасӣ шудааст; гузариши кӯчиши химиявии радионуклидҳо ва металлҳои вазнин дар объектҳои муҳити зист нишон дода шудааст; таркиби катионии барги растании явшон дар хокҳои бетараф омӯхта шудааст; таҳқиқоти гидрохимиявии объектҳои обии вилояти Суғд гузаронида шуд.

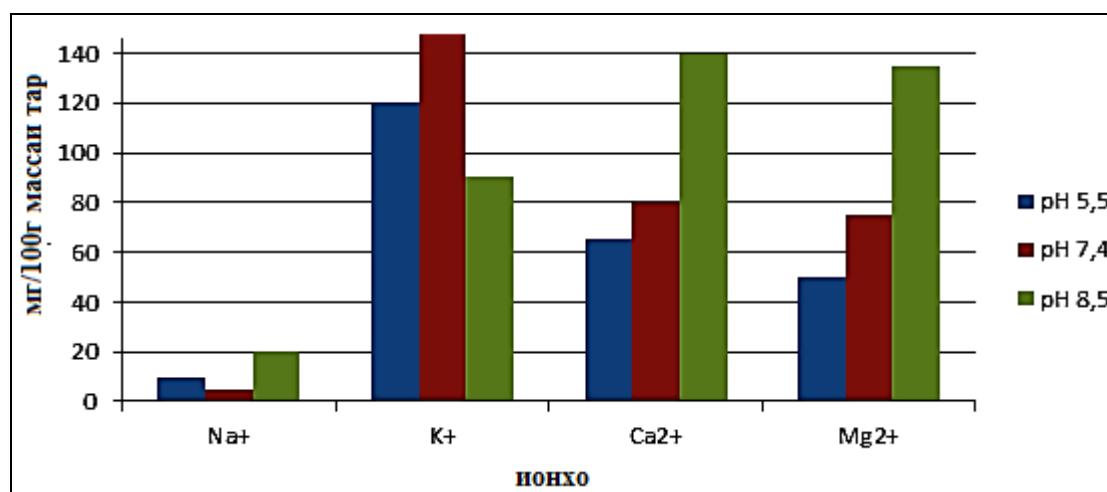
Барои муайян намудани катионҳои металлӣ усули спектрофотометрии атомю абсорбсионӣ ифтифода бурда, таркиби анионҳои асосӣ (Cl^- , SO_4^{2-}) бо хроматографияи ионӣ муайян карда шуданд. Усули тақтири об барои шаклҳои элементҳои сайёр истифода бурда шуд. Барои муайян кардани ифлоскунандаи биогении металлҳо дар минтақаҳои ландшафтӣ-геохимикӣ, усули биогеохимикӣ истифода шудааст. Металлҳои биогенӣ хосиятҳои гуногун дошта, мавқеи онҳо дар ҷадвали даврӣ мувофиқанд. Ба онҳо 10 элементҳои зерин дохил мешаванд: S –

элементхо: Na, K, Mg, Ca; 3d -элементхо: Mn, Fe, Co, Cu, Zn ва 4d – як элементи Mo мебошад. Дар چадвали 3 миқдори катионхо ва анионхои асосӣ дар хок ва растаниҳо оварда шудааст.

Чадвали 3 - Тақсимоти ионҳои маҳлули моеъи хок ва растаниҳо дар маҳфузгоҳи Дехмой

Қисми растани	Катионҳо, мг/л				Анионҳо, мг/л		
	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
Хок	15,0	25,2	49,0	36,3	12,4	42,3	18,1
Растани	8,8	14,4	29,5	19,7	8,4	29,3	6,7
Миёна	11,4	19,3	40,2	27,5	10,2	35,3	12,4

Ионҳои металлҳои вазнин, ки қобилияти аз ҳама қами ба вучуд овардани пайвандҳои координатсиониро доранд, дар ташкили муҳити электролитӣ дар таркиби растани иштирок мекунанд. Дар хок ионҳои Na⁺ ва K⁺ ҳамеша якҷоя ҷойгиранд ва онҳо ба узвҳои гуногун чудо мешаванд, зоро онҳо ба катионҳои берун аз ҳуҷайра (Na⁺) ва доҳили ҳуҷайра (K⁺) тааллук доранд. Дар барги растаниҳо таксимоти катионҳо ба муҳити маҳлули хок низ вобаста аст (расми 4).



Расми 4. – Таркиби катионҳо дар барги явшон, мг/100 г массаи тар

Дар барги растании явшон, ки дар хоки турш ва нейтралӣ мерӯянд, фарқияти назаррас ба таркиби ионҳои Ca²⁺ ошкор карда нашудааст. Барои хокҳои турши ишқорӣ захирашавии ин ионҳо дар явшон, нисбат ба растаниҳои хоки бетараф буда, ба ҳисоби миёна қарib 50% зиёд шудаанд.

Таҳқиқоти гидрохимиявӣ дар обанборҳои ноҳияи Б.Ғафуров ва параметроҳи физикию химиявии обҳои Сирдарё ва худудҳои наздкии он муайян карда шуданд (чадвали 4).

Сабаби зиёд шудани миқдори ионҳои SO₄²⁻ ва NH₄⁺ дар об, ин вобастагӣ ба равандҳои кӯчиш бо воситаи обҳои зеризаминӣ ва ворид шудани моддаҳои ифлоскунанда аз ҳудуди иншооти кишоварзӣ ба зиёдшавии ғализияти максималии иҷозатдодашуда (МҲЧ) алоқаманд дар вилояти Суғд мебошад.

Чадвали 4. - Натицаҳои санчиши гидрохимиявии обҳои зеризамиинӣ

Чойгириш вӣ	Таркиби ҷузъҳо, мг/л											
	такш. хушк.	pH	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Pb ²⁺	Zn ²⁺
Карер соҳтумон	1290, 6	7,0	245,5	77,2	718,9	43	122	80	137	21,7	0,01	0,005
Канали дренажӣ дар оби карер	1488	7,6	270,5	85,4	727	84	142	84	157	32,5	0,01	0,008
Исписор	728,8	7,6	66,4	77,7	416	4,8	47	48	80,8	28,7	0,01	0,006
Кистакӯз	1268	7,6	188,4	96,9	898,7	6,9	132	112	103	11,8	0,02	0,003
Маҳрам	1252	7,8	377,8	119	738,6	42	149	88	123,2	16,7	0,05	0,044
Канибодом	1112	8,2	159,5	104	687	38	134	60	122,2	н/о	0,06	0,089
МХЧ	1000	6-9	-	350	500	45	180	940	250	2,0	0,03	5,0

МХЧ- меъёри ҳадди ҷоиз

Бо бии сеюм «Ифлосшавии хок ва растаниҳо дар минтақаи партовҳои радиоактивӣ бо радионуклидҳо» ба усулҳои гирифтани намунаи хок ва усулҳои таҳқиқот бахшида шудааст; ифлосшавии хок дар давраҳои гуногуни мавҷудияти партовҳои радиоактивӣ; кӯчиши радионуклидҳо ва металлҳои вазнин дар системаи "маҳфузгоҳ-хок-растаний" ва таҳқиқоти богохимикии объектҳои техногении Тоҷикистон.

Таҳқиқот бо истифода аз спектрометрҳои гамма-бета, аз қабили "MKS-AT1315" ("Atomtech"), "Canberra" (ИМА) бо барномаи "Genie-2000", маҷмӯаи "PackEyeFHT 1377" ("Thermo Scientific", Олмон) ва дозиметрҳои «ДКС-96» (АЭС «Доза», Рӯзбон), «DKS-AT1123» («Атомтех», Белоруссия) ва «Пиккеринт», радиометри радионӣ «РРА-01М-03». Фаъолияти умумии хоси самарарабаҳши радионуклидҳои табиӣ барои маводи синфи якум 370 Бк/кг муқаррар шудааст, дар ҳоле ки зиёдшавии назаррас то 1245 Бк/кг барои хок мушоҳида мешавад, ки барои маводи дараҷаи якум ҳадди баландтарин мебошад.

Дар мавзеи маҳфузгоҳи Деҳмой намунаҳои растаний явшон (*Artemisia Sogdiana*) ҳамчун нишондиҳандай асосии биологии ифлосшавии хок бо металлҳои вазнин ва радионуклидҳо ҷамъоварӣ карда шуданд (чадвали 5).

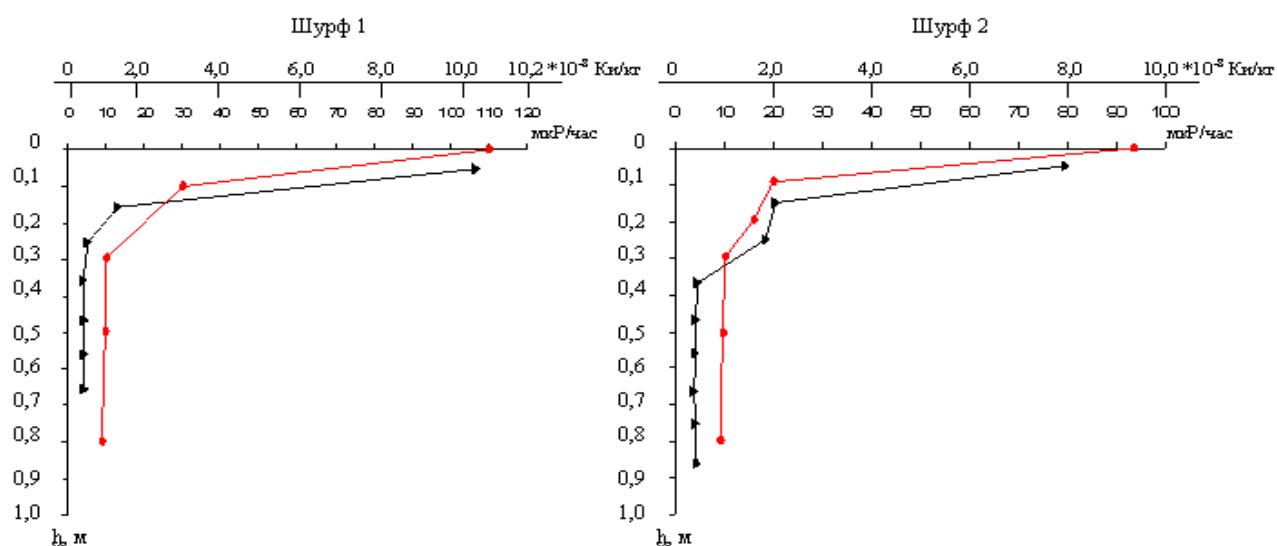
Чадвали 5. – Ҷамъшавии микроэлементҳо дар намунаҳои растаний, ки аз қитъаҳои назорати маҳфузгоҳи Деҳмой гирифта шудаанд

Элемент	Таркиб, %				Коэффициенти концентратсия		
	min	max	миёна	табиӣ	min	max	миёнаи миаллақ
Pb	0,004	0,03	0,023	0,001	5,1	32	23
As	0,0002	0,005	0,002	0,0005	0,2	11	3,9
Zn	0,015	0,045	0,02	0,002	3,5	13,1	7,2
Cu	0,007	0,09	0,033	0,002	4,2	45	18,3
Ni	0,005	0,032	0,014	0,001	6,2	32	12,9
Co	0,0014	0,003	0,0015	0,0004	3,2	11	5,2
Mn	0,022	0,16	0,053	0,023	1,2	7,6	3,1
Cr	0,001	0,0025	0,002	0,0005	1,6	5,5	3,7
V	0,001	0,015	0,006	0,0007	1,4	12,4	6,1
U	0,001	0,0035	0,003	0,0007	1,4	3,7	2,7

Барои арзёбии таркиби элементҳои мавҷуд будаи сайёр дар намунаҳои интихобшуда, экстрактҳои обио хоҳӣ таҳлил карда шуданд.

Хусусияти кӯчиши радионуклидҳо ва металлҳои вазнин аз сатҳи хавзai маҳфузгоҳҳо муқаррар карда шуданд. Дар доираи нақшai ифлосшавӣ барои нуқтаҳои 1 ва 2, бо фосилаи 0,1 м намунаҳо то чуқурии 1,0 метр гирифта шуданд (расми 5).

Аз расми 5 маълум мешавад, ки аксари радионуклидҳо ва металлҳои вазнин дар худуди аз 0 то 0,1 метр ҷамъ шуда, аммо чуқурии 0,2-0,3 метр фони радиатсия ба фони табиӣ баробар аст.



Расми 5. – Нишондиҳандаҳои фаъолияти умумии алфа- ва гамма-радиатсия дар рӯи профили хоҳи маҳфузгоҳи Деҳмой

Ин нишон медиҳад, ки фаъолияти элементҳои радиоактивӣ дар қабати аз 0 то 0,1 м бо ҷойгиршавии ҷанг аз рӯи замин, таъсири равандҳои химиявӣ, бо такшонӣ, кӯчиши радионуклидҳо ва металлҳои вазнин дар қабати болоии хоҳ алоқаманд аст. Муқаррар карда шудааст, ки дар кӯли Истиқлол ғализияти ионҳои уран дар об 2,0 мг/л буда, ба обҳои зеризамиинии маҳфузгоҳи Деҳмой монанд аст. Дар аксари мавридҳо ҷамоаи растаниҳои эфемерӣ-явшонӣ (*Artemisia sogdiana* – *Carex pachystylis* + *Poabulbosa*) муайян карда шуданд, мавҷудияти онҳо ба кӯҳҳои паст хос мебошад. Растаниҳои зерин гирифта шуданд: *Astragalus* sp. (Fabaceae Lindl), явшон (*Artemisia absinthium*) ва ҷорубак (Poaceae). Гузашта аз ин, ҷорубак (Poaceae) танҳо дар кӯли Истиқлол ҷамъоварӣ карда шуд. Натиҷаҳои ғализияти уран ва ионҳои микроэлементҳо дар ҷадвали 6 нишон дода шудаанд.

Тавре ки аз ҷадвали 6 дида мешавад, растани ҷорубак (Poaceae) ғализияти баланди фаъоли ^{238}U дошта, он аз 1000 то 1200 Бк/кг дараҷа ва таносуби фаъолнокии $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ ба як наздик буда, дар ҳоле ки уран ба таври васеъ ҷаббида нашуда буд. Муайян карда шуд, ки растани дорои миқдори зиёди As (30 мг/кг), Cr (8,9 мг/кг), Cu (7,7 мг/кг) ва Pb (17 мг/кг) мавҷуд аст, ки дар ҷорубак (Poaceae) шабоҳат дорад.

Чадвали 6. – Таркиби уран ва микроэлементҳо дар растаниҳои ш.Истиқлол ва маҳфузгоҳи Дехмой

Растаний	Нишонди ҳанда	Чойгиршавӣ	^{238}U	As^{3+}	Cr^{3+}	Cu^{2+}	Ni^{2+}	Pb^{2+}	Cd^{2+}
			Бк/кг	мг/кг					
<i>Fabaceae</i> <i>Lindl</i> Астрагал зр.	Миёна	Дехмой	0,70	0,13	2,6	6,4	0,87	0,36	0,20
	Min		0,58	0,13	2,6	2,7	0,62	0,31	0,19
	Max		0,87	0,14	2,7	13	1,0	0,42	0,20
	RSD (%)		22	-	-	94	25	16	4
<i>Artemisia absinthium</i> явшони талҳ	Миёна	Истиқлол	2,3	0,8	1,8	2,0	0,4	0,68	1,2
	Min		1,7	0,65	-	1,7	1,0	0,47	1,1
	Max		2,8	1,0	-	2,3	1,8	0,88	1,3
	RSD (%)		2	-	-	2	2	2	2
<i>Poaceae</i> Чорубак	Миёна	Истиқлол	1100	30	8,9	7,7	3,7	17	0,27
	Min		1000	24	6,4	5,3	2,4	14	0,18
	Max		1200	34	12	10	5,1	21	0,39
	RSD (%)		7	13	32	33	35	22	38
<i>Fabaceae</i> <i>Lindl</i> Астрагал зр.	Миёна	Истиқлол	2,1	0,46	-	2,3	2,4	0,69	1,8
	Min		2,1	0,41	-	2,1	1,7	0,61	1,8
	Max		2,2	0,48	-	2,4	3,9	0,78	1,9
	RSD (%)		3	6	-	4	36	10	1,5
<i>Artemisia absinthium</i> явшони талҳ	Миёна	Дехмой	1,3	0,7	1,4	0,8	0,3	0,60	1,0
	Min		1,0	0,55	-	1,5	1,0	0,41	1,1
	Max		1,7	0,8	-	1,9	1,5	0,82	1,0
	RSD (%)		1,0	-	-	1,0	1,0	1,0	1,0

Барои уран ва қисми зиёди элементҳои микроэлементҳо, фарқияти байни ғализияти растаниҳо дар чорубак (Poaceae) то 20% буд, бо ғализияти умумии радионуклидҳо (RSD) то 30%, RSD барои уран 7% буд.

Мукаррар карда шудааст, ки радиоизотопҳо ва микроэлементҳо ба олами наботот таъсир намерасонанд, вале ин растаниҳо қобилияти захира кардани радионуклидҳо ва металлҳои вазнинро дорад.

Тасдиқ шудааст, ки ифлосшавии маҳсулоти пайдоиши растаний бо уран ва металлҳои вазнин ба табииати металл ва ғализияти ионҳои он дар об, хок ва хусусияти биологии растаниҳои мавриди таҳқиқ қарордошта вобаста аст.

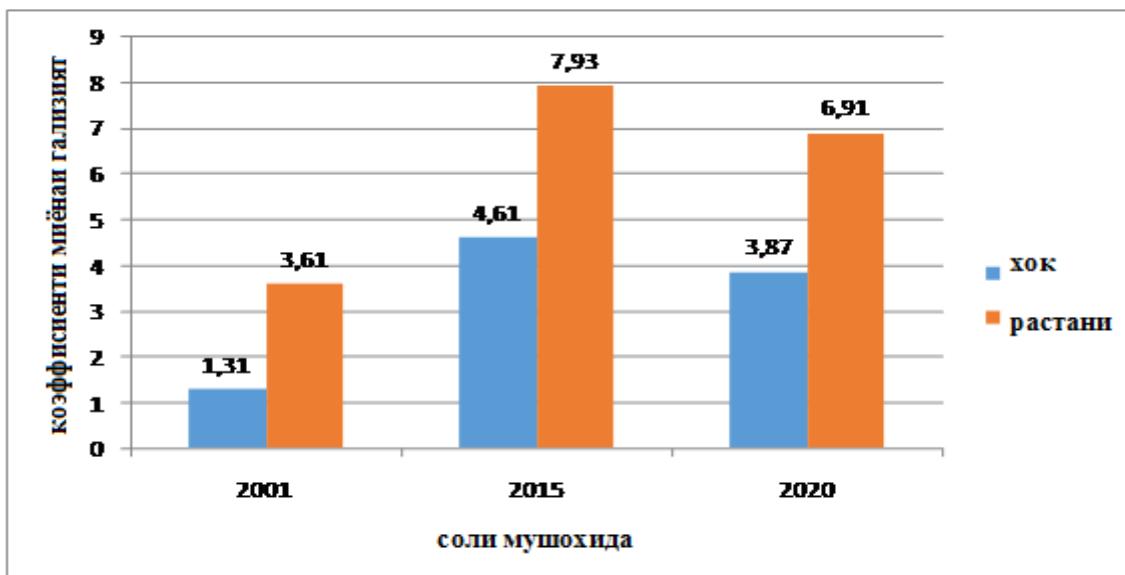
Натиҷаҳои ба даст омада нишон медиҳанд, ки коэффициенти азхудкунии биологӣ (Каб) дар соли 2001 нисбат ба соли 2020 зиёдтар (0,01) буд. Динамикаи захирашавии микроэлементҳои Каб дар хок ва растаниҳо дар минтақаи маҳфузгоҳи Дехмой дар расми 6 оварда шудааст.

Дар соли 2015 афзоиши ифлосшавии химиявӣ ба қайд гирифта шуд. Ин тағијирот ба раванди хушкшавии пурраи ҳавзай маҳфузгоҳи радиоактивӣ вобаста буда, дар натиҷа соли 2020 сатҳи майдони чанголудшуда зиёд гардид.

Афзоиши шумораи шаклҳои сайёри ионҳои Pb^{2+} ва V^{2+} муттаносибан ба кам шудани ҳиссаи ин элементҳо оварда расонид. Муайян карда шуд, ки дар ин давра миқдори Pb^{2+} дар хок такрибан 2,6 маротиба афзуда, миқдори V^{2+} бетағири монд.

Гузаронидани таҳқиқот дар мавзӯъҳои маҳфузгоҳои радиоактивии “Харитаҳои 1-9”, маҳфузгоҳи Ғафуров ва марҳилаҳои I-IV дар шаҳри Истиқлол, таркиби элементҳои ифлоскунанда дар хок ва хокистари растаниҳо, ки аз явшони Суғдӣ

муаррифӣ шуда, омӯхта шуданд. Каб барои ҳар як объект ҳисоб карда шуданд.



Расми 6. – Нишондиҳандаҳои дарозмуддати ифлосшавии хок ва растаниҳо

Дар асоси концентратсияи уран ва микроэлементҳо дар наботот ва хок, муайян карда шуд, ки ғализияти Каб барои элементҳо аз об то Роасеае (л/кг вазни тар), махсусан барои Pb ва Cd, ки дар сатҳи ғализияти гуногун истифода мешаванд. Барои нӯҳ металлҳо (As, Cr, Cu, Pb, Mo, Ni, Se, U, V) ва се радионуклидҳо (^{226}Ra , ^{210}Pb ва ^{210}Po) дараҷаи таъсири ҳадди ақал ба даст оварда шуд.

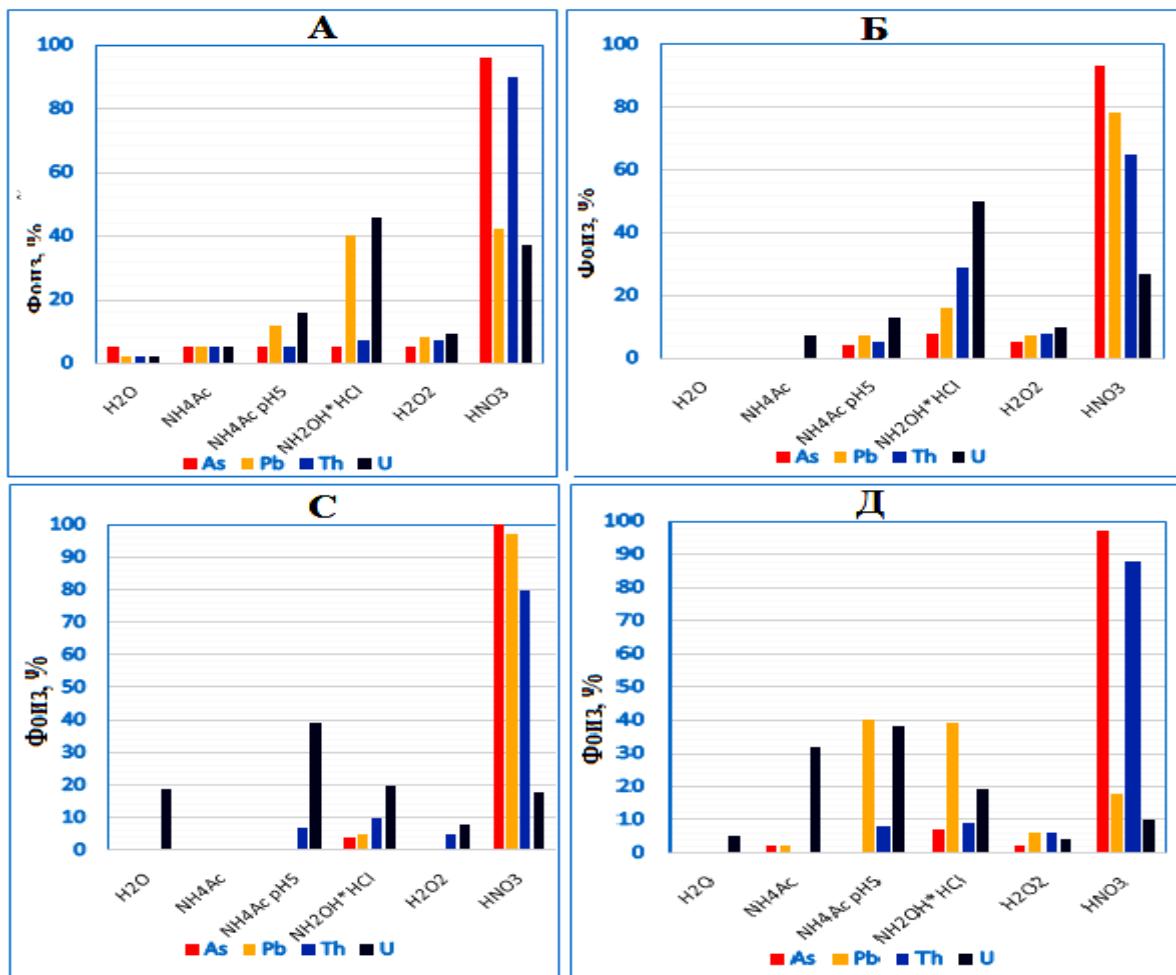
Маълумоте, ки дар маҳфузгоҳи Деҳмой ва шаҳри Истиқлол ба даст оварда шудаанд, имконият доданд, ки таъсири ^{226}Ra ва саҳми он аз ҳама бештарро нишон дид. Тақсик карда шудааст, ки истихроҷи пай дар пайи як усули боэътиими омӯзиши таъсири мутақобилаи баръакс ё бебозгашти радионуклидҳои барои U бо фазаҳои саҳт мебошад (расми 7).

Маълум шуд, ки U дар хоки маҳфузгоҳҳо низ сайёр аст ва барои ҳар гуна майдонҳо ба осонӣ ивазшаванда ва барои интиқол дар системаи экологӣ дастрас ҳисобида мешавад.

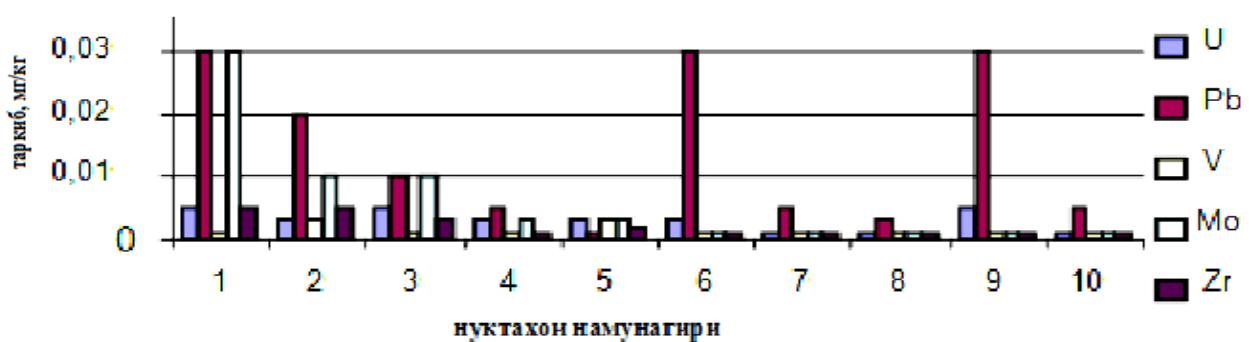
Муайян карда шуд, ки дар фраксияи HNO_3 аз 60 то 80% ионҳои Th^{2+} , дар фраксияи $\text{NH}_2\text{OH HCl}$ бошад, то 25%. Бояд қайд кард, ки ионҳои Pb^{2+} бештар бо фраксияи HNO_3 дар намунаҳои маҳфузгоҳо дар муқоиса бо хок ва таҳшинҳои майдони Карер алоқаманд буданд. Муайян карда шуд, ки ионҳои уран низ дар хоки ҳавзai маҳфузгоҳҳо ҳаракаткунанда буда, барои ҳама гуна майдонҳои он ҳамчун ионҳои ба осонӣ ивазшаванда ва барои интиқол дар экосистема дастрас ҳисобида мешавад.

Дар худуди ҳавзи маҳфузгоҳи Деҳмой дар баъзе намудҳои растаний тағиироти систематикӣ пайдо шудааст, ки инро бо мавҷудияти 60-солаи онҳо шаҳодат медиҳад. Тақсимоти таркиби радионуклидҳо ва ионҳои металлҳои вазнин дар намунаҳои явшони Суғдӣ аз рӯи профил дар расми 8 нишон дода шудааст.

Мукаррар карда шудааст, ки микдори элементҳои Pb ва U дар таркиби явшон хеле зиёд шудааст. Ҳамзамон дар қитъаҳои гузариши нишеби бо экспозитсияи шимолу ғарбӣ он кам мешавад (намунаҳои 3 – 5) ва дар қитъаҳои захиравӣ (намунаҳои 6 – 9) боз зиёд мешавад. Ҳамин тарик, зиёдшавии микдори ионҳои металлҳои вазнин дар нуқтаҳои 1, 2, 3, 6 ва 9 дар явшон дидо шуд.

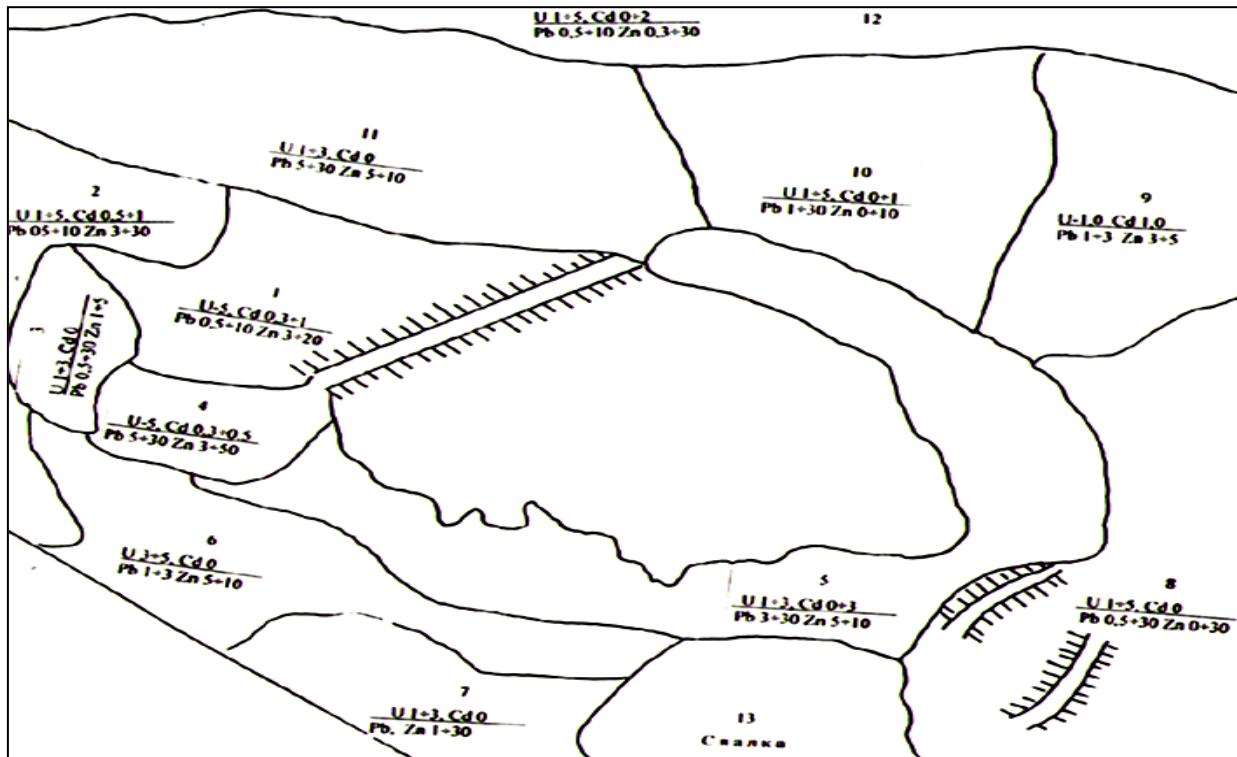


Расми 7. – Натицаҳои истихроҷи пай дар пайи ионҳои U, Th, Pb ва As дар баъзе намунаҳои хок, об ва таҳшинҳои поёни обӣ: а – хок аз кӯли Истиқлол, б – оби маҳлулшудаи турши кӯли Истиқлол, в – об аз маҳфузгоҳи Дехмой, д – таҳшини хушк аз маҳфузгоҳи Дехмой



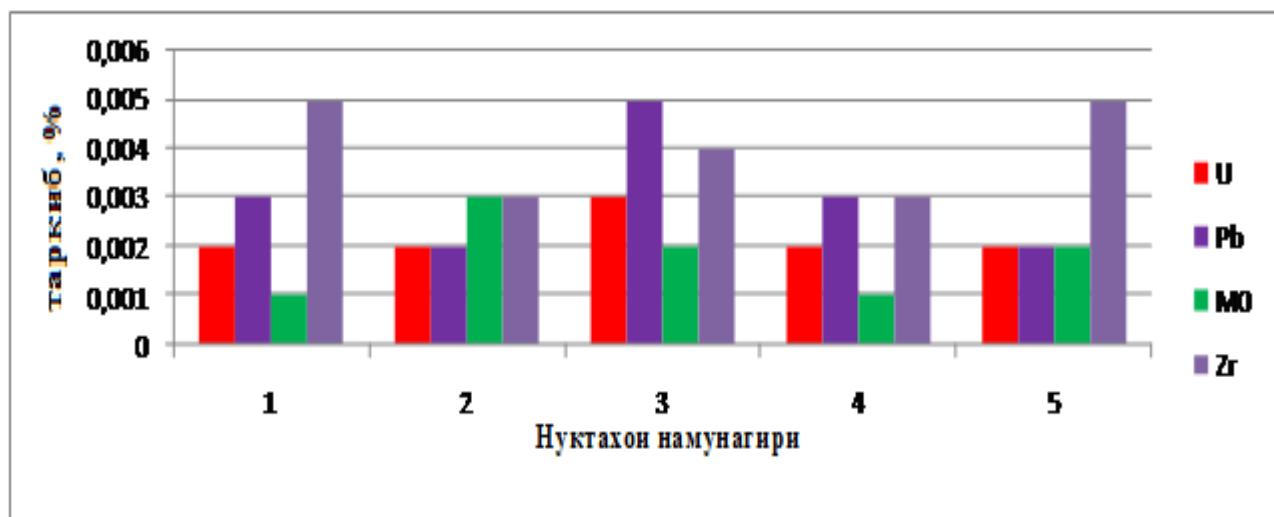
Расми 8. – Таркиби элементҳои радиоактивӣ ва вазнин дар растаниҳо (%)

Харитаи биогеохимикии майдони маҳфузгоҳи Дехмой бо назардошти таркиби элементҳои химиявии растаниҳо, 4 элементи ифлоскунандаҳои U, Cd, Pb, Zn дар заминаи шароити мавҷудаи мухити зист: табиати рельеф, таркиби механикии таҳшинҳои рӯизаминӣ ва шамоли бартаридошта дар минтақа (расми 9).

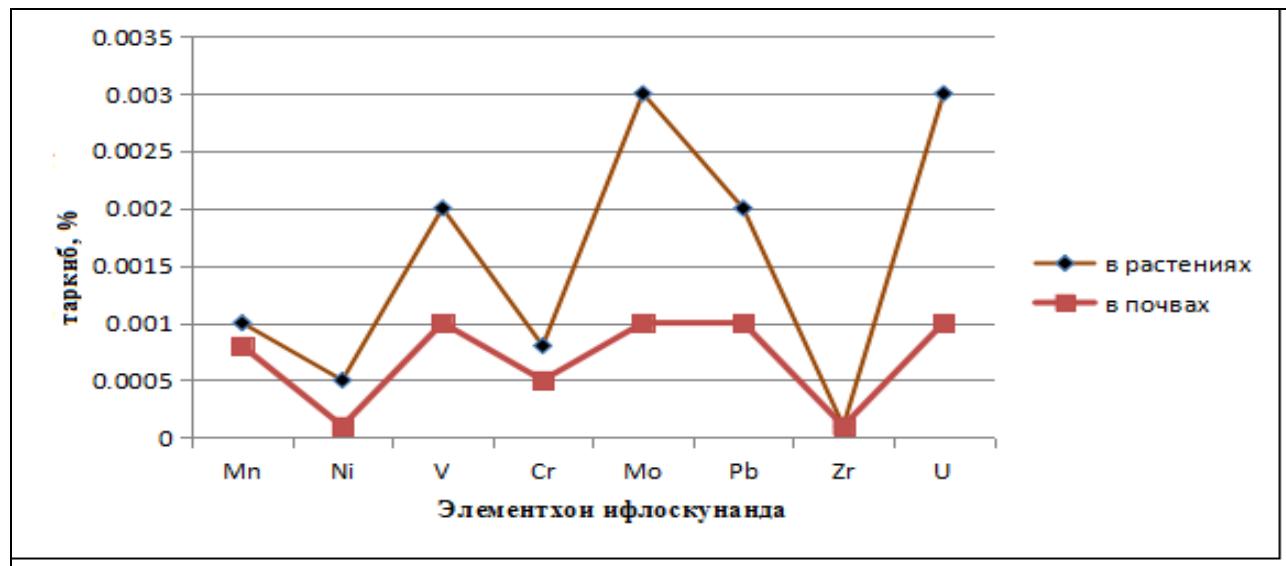


Расми 9. – Харитаи биогеохимикии майдони маҳфузгоҳи Дехмой барои солҳои 2015-2020

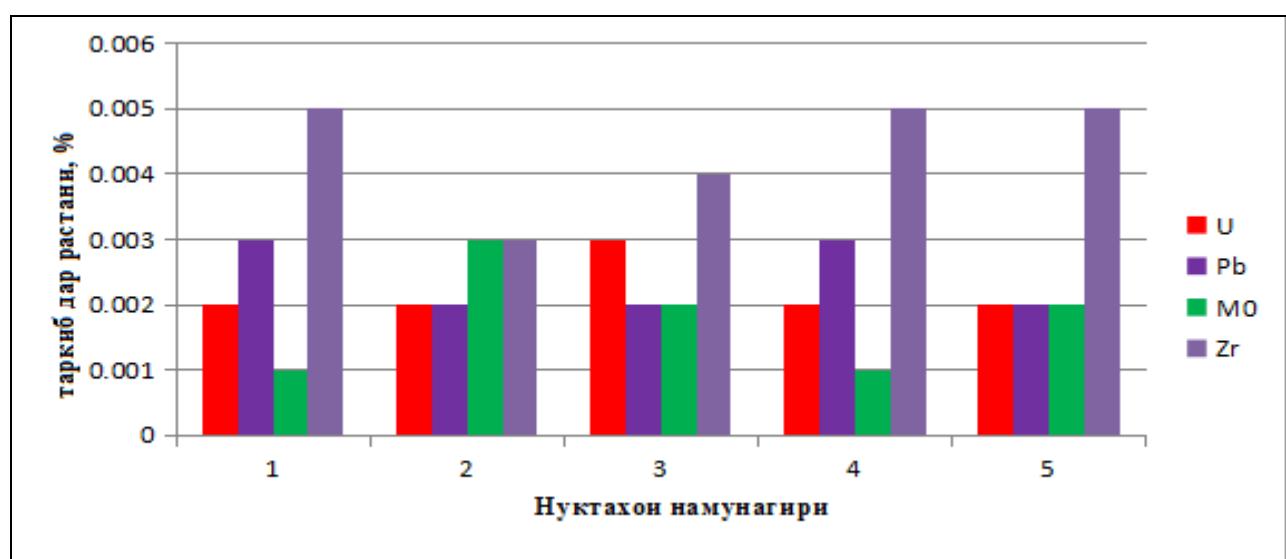
Дар зер тавсифи минтақаҳо, ки профилҳои типи геохимиявии ландшафтҳо, хусусиятҳои тағирёбии химиявии таркиби растаний ва таъсири техногенӣ ба профилҳои маҳфузгоҳи Дехмой нишон медиҳад (расми 10-16).



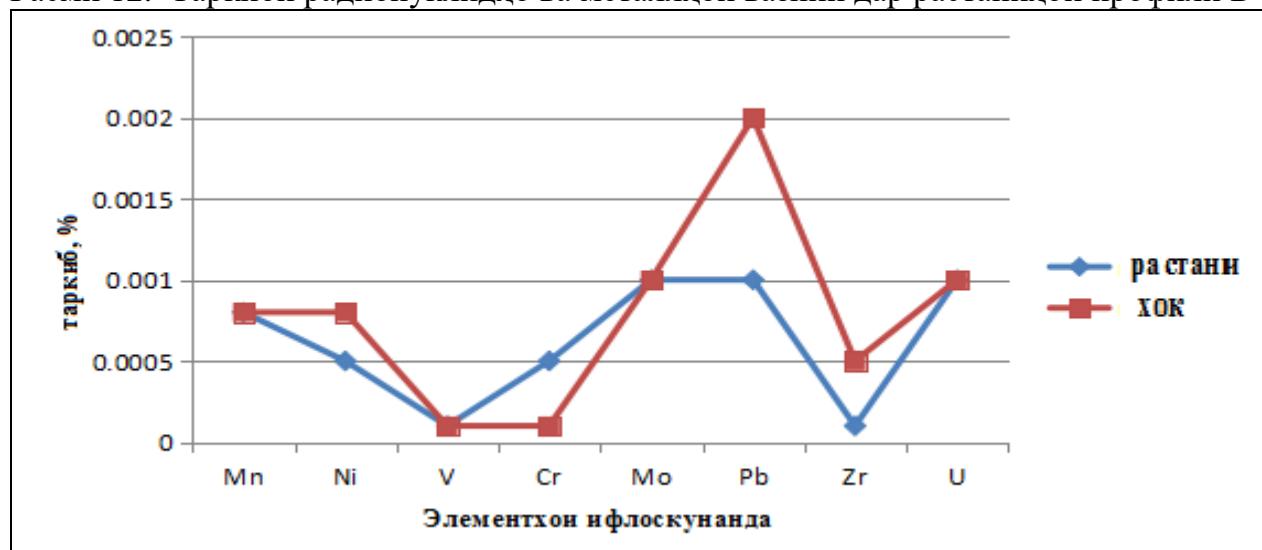
Расми 10.–Таркиби радионуклидҳо ва металлҳои вазнин дар растаниҳои профили Б-1



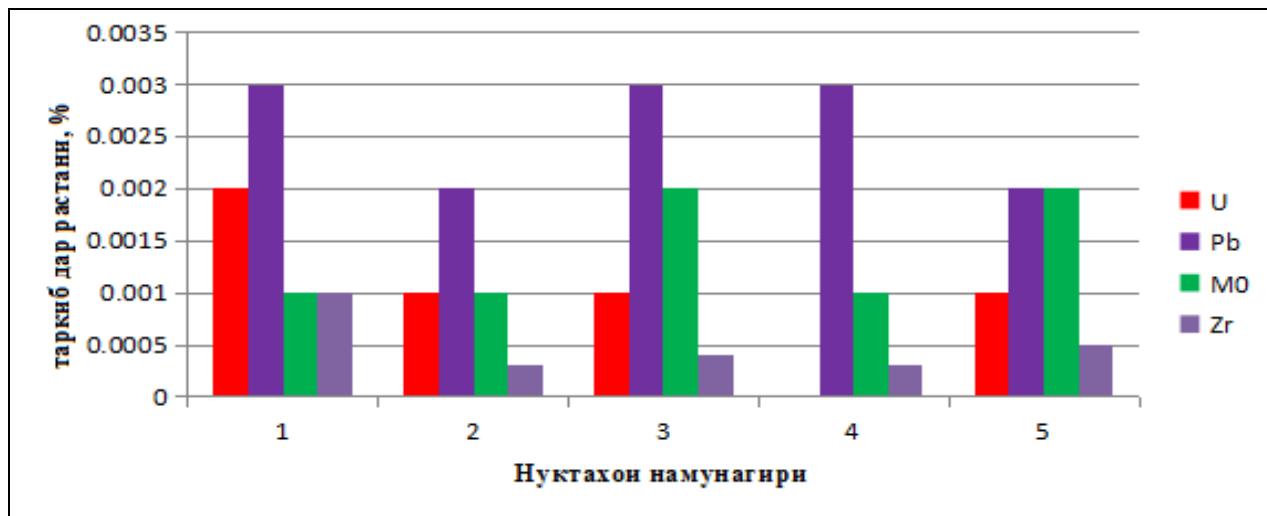
Расми 11.–Таркиби радионуклидҳо ва металлҳои вазнин дар растаниҳои профили Б-2



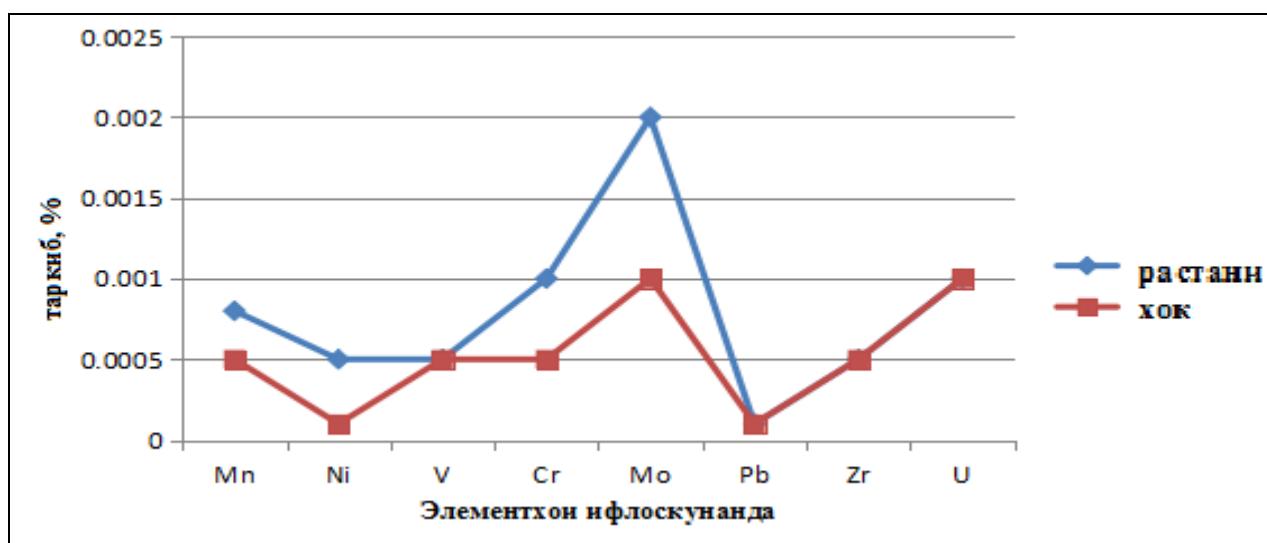
Расми 12.–Таркиби радионуклидҳо ва металлҳои вазнин дар растаниҳои профили Б-3



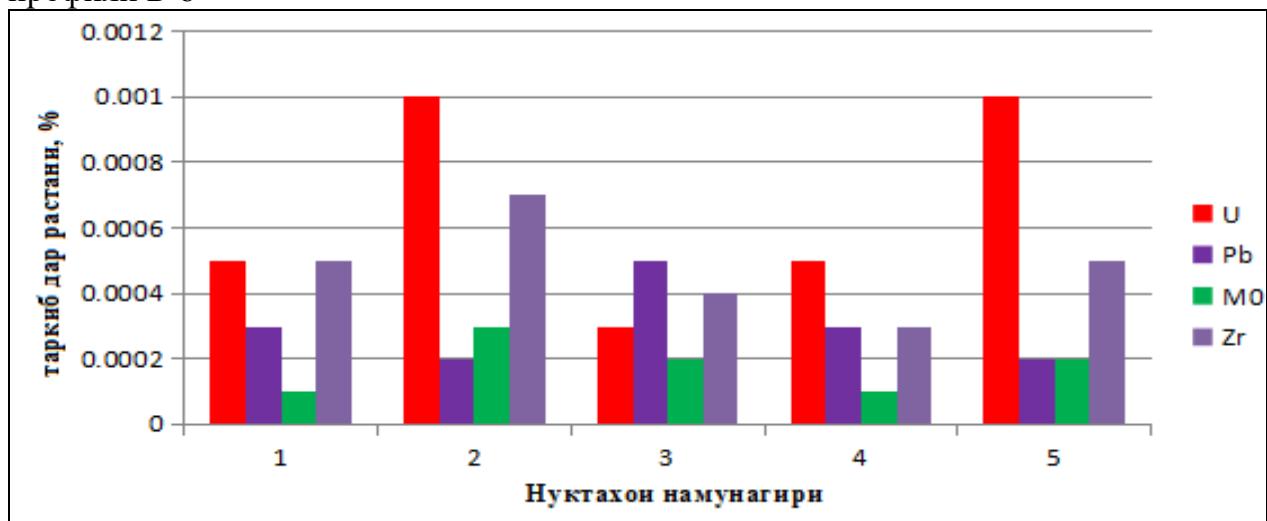
Расми 13. – Таркиби радионуклидҳо ва металлҳои вазнин дар растаниҳо ва хоки профили Б-4



Расми 14. – Таркиби радионуклидхо ва металлхой вазнин дар растанихо (%) дар профили Б-5



Расми 15. - Таркиби радионуклидхо ва металлхой вазнин дар растанихо ва хок дар профили Б-6



Расми 16. – Таркиби радионуклидхо ва металлхой вазнин дар растанихо дар профили Б-8

Профилхои биогеохимикии Б-1-Б-8 дар қисматхой шимолй ва чанубии маҳфузгохи Дехмой чойгир шудаанд. Чамьшавий элементхои ифлоскунанда дар

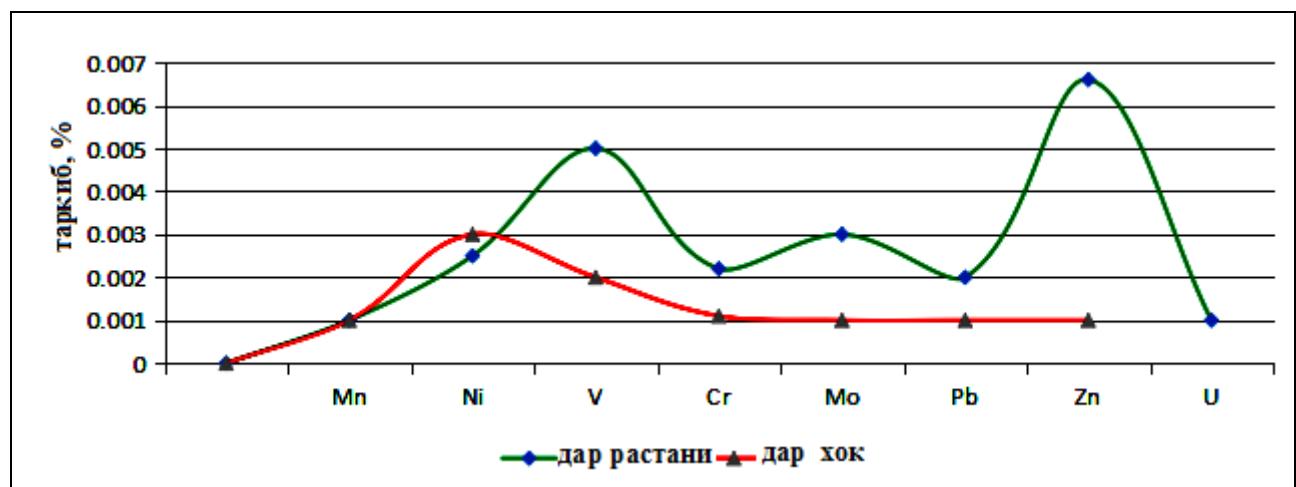
растанихо қайд карда нашудааст. Аммо барои Mo, Pb, Ni ва U, растани ин элементҳоро дар нуқтаҳои 4 ва 5 ошкор карда шудааст.

Дар явшон ва ҷорубак таркиби элементи U дигаргунии чиддие дида нашудааст. Микдори ин явшон дар ландшафтҳои трансаквалий 0,002% (0,001%), дар ландшафтҳои транселиовиалий то 0,0005% (0,002%) дар хок то 0,001% кам шудааст. Дар растани катран дар тамоми профил, таркиби элементарии он доимо паст аст, дар ҷорубак Ni ошкор карда нашудааст (худуди ошкоркунӣ 0,001%). Микдори таркибии Ni дар хок муайян карда нашудааст, таркиб дар явшон - 0,002%, аз 7 то (0,001%). Муайян карда шудааст, ки таркиби элементҳо дар профилҳои Б-1 то Б-5 дар муқоиса бо ҳолати соли 2015 ба таври назаррас тағир намеёфтааст. Аммо дар явшон Pb, Ni зиёд шудааст. Барои элементҳои дигар, таркиби элементҳо ба профили Б-4 мувоғиқ аст.

Профилҳои табии 1-3. Профили табии №1 (намунаи хок ва растаний бо назардошти рельеф) дар маҳфузгоҳи Дехмой ҷойгир шудааст, ки микдори нисбатан баланди V дар хок (0,001-0,005%) муайян карда шудааст, ки онро растаний нисбатан суст мечаббад. Дар намунаҳои хок изҳои аёни Mo, Ag ва Zn ёфт шудааст. Таркиби Sr аз 0,05 - 0,1% баробар аст. Мукаррар карда шудааст, ки Sr ва U дар растаниҳо нағз захира шудаанд. Дар баъзе минтақаҳо ҳодисаҳои аномалий пайдошавии элементҳои ифлоскунанда ошкор карда шуд.

Профили табии 1 Оучи-Каллача. Таркиби Mn дар ҳама нуқтаҳо якхел аст ва 0,001% -ро ташкил медиҳад. Дар баъзе ҷойҳо нуқтаҳои аномалий мавҷуданд, ки микдори Mn, V, Ba ва Pb аз 0,01 то 0,003% -ро ташкил медиҳанд. U қариб дар ҳама нуқтаҳои интихобӣ то 0,003% мавҷуд аст.

Натиҷаи гирифтани намунаҳои биогеохимикӣ ва таркиби элементҳо дар расми 17 оварда шудаанд. Муайян карда шуд, ки таркиби микроэлементҳо дар намунаҳои биогеохимикӣ зиёд буда, Mg дар ҳамаи нуқтаҳо таркиби якхела, 1,0% -ро ташкил медиҳад.



Расми 17. - Таркиби микроэлементҳо дар ходе ва растаниҳо аз рӯи профили табиии Оучи-Қаллача

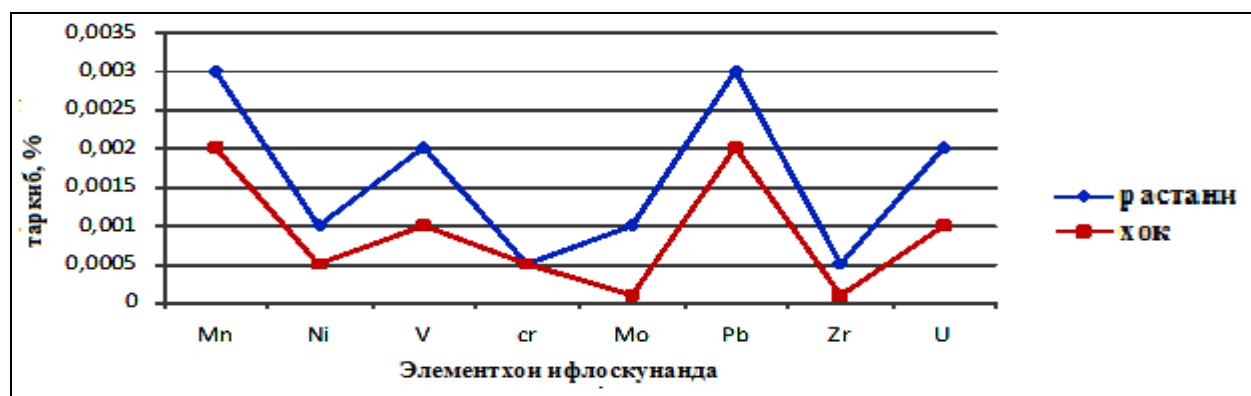
Нуқтаҳои аномалий бо таркиби Mn, V, Ba ва Pb аз 0,01 то 0,003% муайян карда шудаанд, таркиби U тақрибан дар ҳама нуқтаҳои интихоб шуда мавҷуд аст ва 0,003% -ро ташкил медиҳад.

Профили табиии Шахристон (Профили № 3) Таҳқиқот мавҷудияти V

нисбатан ба баланд будани он дар растани ҳудуди 0,001-0,005% аз тарафи растаниҳо суст ҷабда мешавад ва дар намунаҳои хок осори Mo, Ag ва Zn муайян карда шудааст. Таркиби Sr аз 0,05-0,1% иборат аст. Дар баробари ин, қайд кардан лозим аст, ки Sr ва U дар растаниҳо нағз захира карда шудаанд.

Профили биогеохимикии № 2 – профили назоратӣ. Таркиби микроэлементҳо дар намунаҳои хок ва растани. *Консой* (Профил № 3) як деҳаи типи шаҳрӣ дар вилояти Суғд мебошад. Дар таркиби хоки он W ва Ві мавҷуд аст, ки аз ҷониби растаниҳо суст ҷаббида мешавад ва таркиби он аз 0,1 то 0,003% мерасад. Сабаб дар он аст, ки пайвастагиҳои W барои азхудкунӣ дастрас нестанд ва онҳо асосан дар шакли оксидҳо мавҷуд буда, дар маҳлули хок ҳеле суст мешаванд. Микдори U дар хок 0,001-0,003% баробар аст.

Сүғдиён, ки собиқ Такли, Профили 4, шаҳраки вилояти Суғд, дар як қисмати ноҳияи Мастҷоҳ воқеъ аст. Хокҳо асосан хокистарраги сабук буда, аз гумус ҳеле камбағал ва аз карбонатҳо бой мебошанд. (Расми 18).

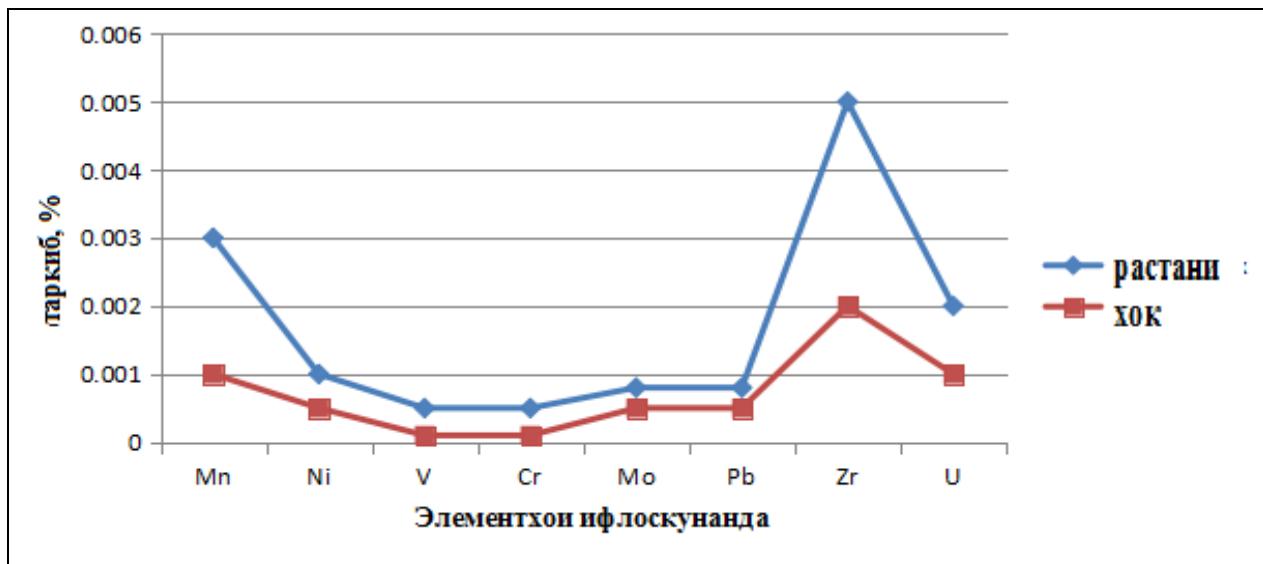


Расми 18. – Таркиби радионуклидҳо ва МВ дар растаниҳо ва хокҳои профили назорати № 5 Такели, (Сүғдиён)

Дар баъзе ҷойҳо нуқтаҳои аномалӣ мавҷуданд, ки миқдори Mn, V, Ba ва Pb аз 0,01 то 0,003% -ро ташкил медиҳанд. У тақрибан дар ҳама нуқтаҳои интихобшуда то 0,003% мавҷуд аст. Изҳои назарраси Ві дар ҳама нуқтаҳо дида мешавад.

Агаджол (Профили № 6). Муайян карда шуд, ки таркиби V нисбатан баланд буда, 0,001-0,004%, аз тарафи растаниҳо суст ҷаббида шудааст ва дар намунаҳои хок осори Mo, Ni, Sr низ пайдо шудааст. Таркиби Sr аз 0,05-0,1% ташкил медиҳад. Дар баробари ин, Sr ва U дар растаниҳо хуб захира карда мешаванд. Дар баъзе ноҳияҳо зуҳуроти аномалии элементҳои ифлоскунанда пайдо шудаанд.

Карамазор (Профили 7) - қаторкӯҳҳое, ки дар қисми ғарбии Тиён-Шони Тоҷикистон ҷойгир шудааст (расми 19).



Расми 19. – Таркиби радионуклидіх о мэталлхой вазнин дар растаний ва хоки Қарамазор

Таркиби хеле баланди Zr 0,002-0,02%, Pb то 0,01% ошкор карда шуд. Дар ҳама нүктахой намунағирий осори Sr ёфт шуд. Таркиби Sr 0,001-0,003% ва U 0,001-0,002% ҳисоб карда шуд, ки барои мушоҳидаи дарозмуддати биогеохимикӣ хизмат мекунад.

Боби чорум «Кӯчиши радионуклидіх о мэталлхой вазнин дар обҳои рӯизамиинӣ ва зеризамиинии Тоҷикистон» ба усулҳои гирифтани намунаи об ва усули таҳқиқот бахшида шудааст; динамикаи ифлосшавии обҳои рӯизамиинӣ ва зеризамиинӣ дар атрофи маҳфузгоҳҳои Дехмой ва Истиқлол; омӯзиши сифати обҳои чашмаи атрофи қаторкӯҳи Муғултой; омӯзиши сифати оби Сирдарё дар ҳудуди Тоҷикистон. Яке аз самтҳои афзалиятноки таҳқиқот омӯзиши динамикаи ифлосшавии обҳои рӯизамиинӣ ва зеризамиинӣ бо ионҳои мэталлхой вазнин дар атрофи маҳфузгоҳҳои Дехмой ва Истиқлол буд. Дар солҳои 2017-2020 дар ноҳияи Б.Ғафурови вилояти Суғд бо мақсади муайян кардани нишондодҳои химиявӣ дар 10 нүктаҳои намунағирии обӣ ташхис гузаронида шуд. Натиҷаҳои таҳқиқот оиди хосиятҳои асосии физикӣ ва химиявии обҳои табиӣ: pH, ҳарорат, таркиби оксигени маҳлулшуда ва электрғузаронӣ дар ҷадвали 7 оварда шудаанд.

Тавре ки аз ҷадвали 7 нишон дода шудааст, ғализияти ионҳои гидрогени pH-и об дар доираи арзишҳои истинодӣ барои обҳои табиӣ муқаррар шудааст. Ҳусусияти ноқилияти об вобаста ба мавсум фарқ мекунад ва каме аз арзиши миёна дар баъзе ҷойҳои намунағирий фарқ мекунад. Таҳқиқот сабит намудааст, ки ғализияти ионҳои гидрогени об дар доираи меъёрҳои стандартӣ қарор дорад, ки сатҳи оксигени маҳлулшуда дар обҳои рӯизамиинӣ ва зеризамиинӣ аз 8 то 112 мг/л бо тағиیرёбии назарраси мавсумӣ ва шабонарӯзӣ ба назар мерасад. Минтақаи ифлосшавӣ дар қисми болоии маҷмаа, обҳои минералӣ, сулфатӣ, нейтралӣ ва натрий-магнийӣ маҳдуд аст.

Муайян карда шуд, ки манбаи комплекси обӣ, ин нишебиҳои қаторкӯҳҳои Туркистон буда, он манбаи обтъминқунии Сирдарё мебошад. Дар обҳои зеризамиинӣ миқдори зиёди сулфатҳо, мэталлхой вазнин ва радионуклидіх, аз қабили ^{234}U , ^{238}U ва ^{226}Ra қайд карда шуданд.

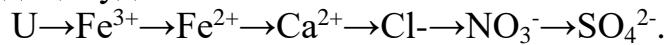
Чараёни гузариши ҳолати моеъи партовҳо бо ифлосшавии техногенӣ ба вучуд

меояд, ки ғализияти он дар маҳлул бо арзиши ғализияти ионҳои pH гидроген танзим мешавад.

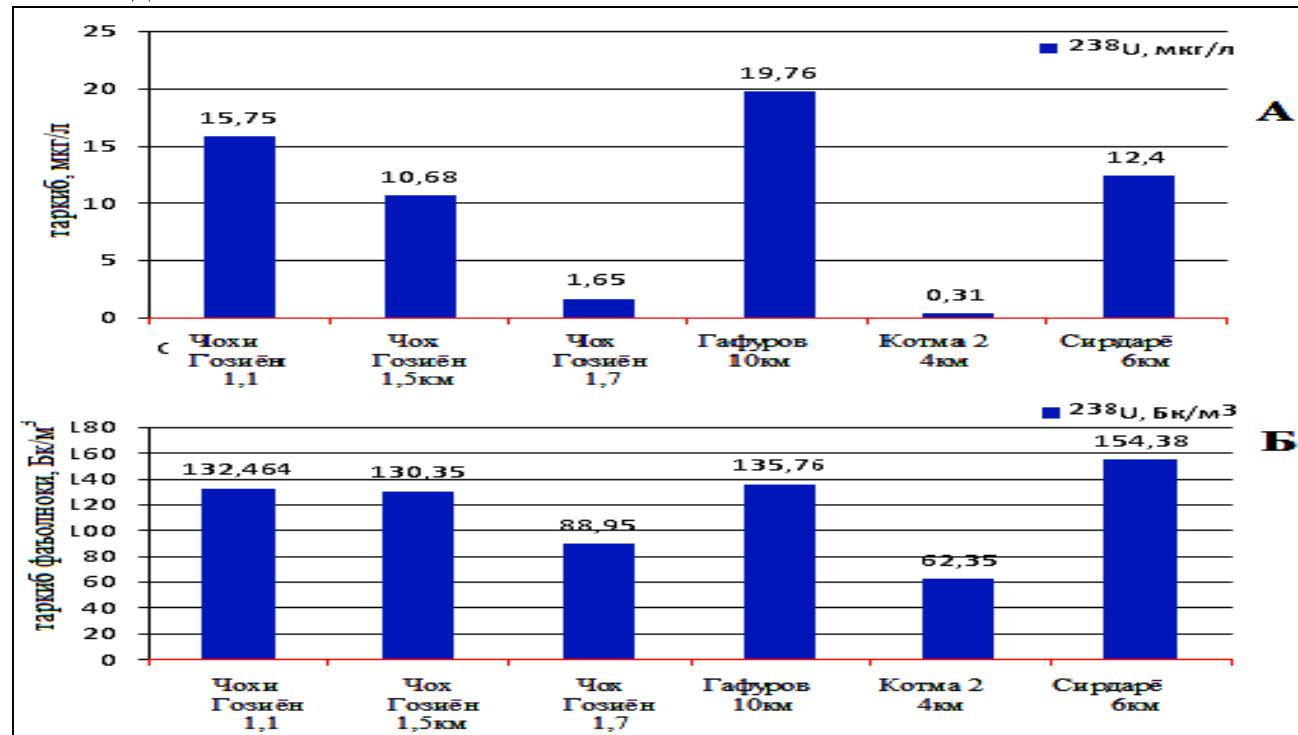
Чадвали 7. - Параметрҳои физикӣ-химиявии объектҳои оби ноҳияи Б.Гафуров

№	pH	Гузаронандагӣ, мS	Оксигени ҳалшуда, %	Оксигени ҳалшуда, мг/л	Моддаҳои органикӣ, мг/л	Дурӯштӣ, мг/л	Гузаронандагӣ, мV	Муковимати нисбӣ кОМ	Ҳарорат, оС
1	7,4	1,011	89	9,52	0,5	0,935	-75	1,005	12,1
2	7,37	1,56	82,4	9,16	0,746	1,488	-73,6	0,673	10,5
3	6,98	1,462	90,9	9,51	0,8406	1,416	-49,7	0,594	14,7
4	6,86	3,061	74,4	8,73	1,593	3,005	-42,1	0,313	13,2
5	7,16	1,776	75,5	8,79	0,675	1,692	-60	0,74	7,7
6	6,97	2,245	73,2	9,21	0,727	2,106	-48,9	0,689	5,5
7	7,58	3,26	77,1	9,25	1,197	3,16	-83,5	0,417	6,8
8	7,57	1,507	87,4	10,03	0,605	1,418	-83	0,835	8,9
9	7,72	1,318	85,1	10	0,486	1,271	-91,3	1,026	8,4
10	7,36	1,659	111,5	11,92	0,843	1,592	-71,3	605,9	12,9

Тағириоти минтақавӣ дар макрочузъҳои афзалиятнок бо пай дар паии зерин тасдиқ шудааст:



Азбаски обҳавза дар соли 2020 аз байн рафт, оби обҳавза ба хати ҷоҳи зеризаминии барои обёрий ворид шуда, бо обҳои зеризаминии табиӣ омехта мешавад.



Расми 20. – Таркиби ионҳои ^{238}U , мкг/л (а) ва фаялонкӣ ^{238}U , Бк/м³ (б) намунаҳои об, ки дар майдони маҳфузгоҳи Дехмой гирифта шудаанд

Дар расми 20 минтақаҳои гирифтани намунаи об ва ҷойгиршавии онҳо, инчунин ғализияти U номбар шудаанд. Дар шароити таносуби баробарии такшонӣ ва буҳоршавӣ (ҳар кадом 1,6 м/сол) вақти пешбинишудаи таъсири оби обҳавзаҳои обӣ ба ҳаҷми оби ҷоҳҳои обёрии колхози ба номи. П.Бобокалонов (№ 82, 86 ва 164) баъди аз байн рафтани обҳавза бо муодилаи зерин муайян карда мешавад (бо назардошти шакли якченакаи ҳамворӣ-параллели ҳаракати обҳои зеризамини) бо чунин ҳисоб кардан мумкин аст:

$$Y = \frac{m \times n \times I}{D}$$

ки дар он: m – ғафсии оби ифлосшуда 50 м; n – ковокагии максималии ҷинс 0,01; I – масофаи ҷоҳҳои обёрий аз маҳфузгоҳи Дехмой то 1500 м; D – суръати ҳоси ҷараёни ифлоскунандаҳо, ки ба ҳосиятҳои обгузарии ҷинсҳои кӯҳӣ баробар ба $45 \text{ м}^2/\text{шаб}$ ва нишебии гидравликии самти ҷараёни обҳои зеризамини вобаста аст:

$$I = 1,5 \text{ км}; D = 0,9 \text{ м}^2 / \text{рӯз.}$$

$$Y = \frac{50 \times 0,01 \times 1500}{0,9} = 833 \text{ сут} = 2,3 \text{ года}$$

Дар асоси таҳқиқоти гидрохимиявии маҳфузгоҳои Дехмой ва Истиқлол муайян карда шуд, ки таркиби химиявӣ ба таркиби обҳои зеризамини табиии мавзеъ, ки бо равандҳои таҳшиншавӣ, сорбсия, ҳалшавандагӣ ва кристаллизатсия алоқаманд аст, мувофиқат мекунад. Ғализияти U дар оби кӯли Истиқлол 2,0 мг/лро ташкил дод, ки нисбат аз обе, ки дар майдони маҳфузгоҳи Дехмой зиёдтар аст. Дар кӯли Истиқлол ва поёни маҳфузгоҳи ғализияти элементҳои вазнини заҳрноки As, Mo, Mn ва Fe аз меъёри оби нӯшокӣ зиёд буд. Мавҷудияти U , As, Mo ва Ni зарраҳои вазнини молекулавӣ бо шаклҳои сайёр мавҷуд мебошанд. Дараҷаи радиоактивияти радионуклидҳо гуногун буда, ғализияти аномалӣ дар таҳшинҳои қаъриобии Истиқлол то 6 кБк/кг, дар ҳоле ки ғализияти онҳо дар хоҳ ҳеле паст буда, аз 296 то 590 Бк/кг буд. Дар хоҳи маҳфузгоҳи Дехмой ғализияти баланди изотопҳои ^{226}Ra ва ^{228}Ra бо фаъолнокии 17-32 кБк/кг ёфт шуданд. Натиҷаҳои ба даст омада нишон медиҳанд, ки изотопҳои ^{238}U ва ^{210}Pb дар кӯли Истиқлол ҳаракати нисбатан тез доранд ва ҳаракати ин элементҳо ба pH-и муҳит ва равандҳои оксидшавӣ алоқаманд аст. Дар партовҳо, изотопҳои ^{238}U сайёр ва ^{210}Pb - ғайрифаъол буданд. Кӯчиши радионуклидҳо ва миқдори металлҳои вазнин дар таҳшинҳо ва об ҳеле паст буд. Дар кӯли Истиқлол ^{238}U ҳеле ҳаракаткунанда (90 мг/кг), баъд аз он Ni ($1,5 \times 10^3$ мг/кг) ва Ac (6×10^3 мг/кг), Cu ва Cd ($1,5 \times 10^4$ мг/кг) ва Pb (3×10^5 мг/кг) ҳеле бетаъсир буданд. Дар кӯл фарқият дар ғализияти доҳилӣ мушоҳида намешавад (1 м ва 13 м). Сатҳи Ac дар оби ошомиданӣ ҷамъшуда, дар Истиқлол 10 мг/л ба болотар баробар буд. Дар кӯл ғализияти Ac ва Ni тағиیر наёфтааст. Тағиироти солона дар U ва маҳсусан ғализияти Mn, Fe, Mo дар моҳи августи соли 2020 назаррас буда, нисбат ба ноябрини соли 2017 зиёдтар шудааст (Чадвали 8).

Тасдиқ шудааст, ки U асосан дар бофтаи устухон, гурдаҳо, ғалсама ва баъд дар ҷигар ҷамъ мешавад ва танҳо як қисми қами он метавонад дар мушакҳои моҳӣ ҷамъ шавад. Ғализияти радионуклидҳо ва дигар микроэлементҳо дар кӯл ва обҳои артезиани низ нисбатан баланд буд (чадвали 9).

Чадвали 8. – Фализияти микроэлементҳо дар обҳои минтаҳаҳои гуногуни Тоҷикистон, дар солҳои 2017 ва 2020

№на мұна	Манбаи об	Концентратсияи об, мг/л							
		As ³⁺	Ni ²⁺	Cr ³⁺	Mo ²⁺	Se ²⁺	Mn ²⁺	Th ²⁺	Zn ²⁺
2017г									
1	Истиқлол, Карер	24	3.5	3.5	335	4.8	27.1	0.07	63
2	Истиқлол. нұшокй	10	4.0	3.0	64	3.8	7.0	-	-
3	Истиқлол. об	2.0	-	1.3	42	2.4	14	-	-
4	Бўстон.оби нушокй	0.3	0.9	1.4	4.4	1.4	21	-	9
5	Оби Ғозиён	0.1	1.4	1.4	3.3	1.2	12	0.02	34
6	Бўстон обуқанал	0.1	-	0.9	4.0	1.8	30	-	-
7	Сирдарё, 1	11	2.6	2.6	14	2.2	20	0.01	8
8	Сирдарё, 2	3	3.7	3.7	15	2.7	15	0.01	4
2020									
9	Карер кўл, 1 м	25	3.8	-	34	-	13	0.005	-
10	Карер кўл, 13 м	27	3.9	-	36	-	14	0.001	-
11	Сирдарё	31	4.8	-	15	-	1	0.0001	-
12	Гулистон	5	4.9	-	12	-	46	0.001	-
13	Чоҳи №87	24	3.1	-	31	-	1	0.001	-
14	Чоҳи №18	2.5	12	-	0.77	-	119.0	0.001	-
15	МҲЧ	10	70	-	70	-	40	-	-

Чадвали 9. – Фализияти микроэлементҳо дар намунаҳои хок ва таҳшинҳо дар шаҳри Истиқлол ва маҳфузгоҳи Дехмой

Чойгиршавӣ	Диапазон	Фализияти микроэлементҳо, мг/кг					
		As ²⁺	Cr ³⁺	Cu ²⁺	Ni ²⁺	Pb ²⁺	Cd ²⁺
Карер хок 0-5 см	Миёна	150	17	63	6	130	2
	Min	120	15	49	4	88	1
	Max	180	19	80	8	180	2
Ҷўйбор, такшони қариобӣ	Миёна	240	23	220	6	700	2,9
	Min	160	19	100	5	310	3
	Max	310	27	420	7	1800	3
Дехмой таркишҳо 0-5см	Миёна	230	81	130	25	290	2
	Min	39	24	35	4	160	2
	Max	590	170	270	60	550	2
Карер такшони қариобӣ	Миёна	820	22	150	2	670	1
	Min	360	16	87	1	340	1
	Max	1800	34	240	3	1200	2

Массиви Муғултой дар шимоли қаторкӯҳи Мирзоработ, дар пахлуи чанубии водии Фарғона воеъ аст. Аксари сокиноне, ки дар наздикии массив зиндагӣ мекунанд, аз оби манбаъҳои мавҷуда ҳамчун оби ошомиданӣ истифода мебаранд (чадвали 10).

Чадвали 10. – Таркиби химиявии намунаҳои об, ки аз чашмаҳо дар мавзеи қўхи Моголтау гирифта шудаанд

Баъзе хосиятҳо ва таркиби об	Минтақаи аҳолӣ						МХЧ
	с.Оқғаш	Киик-Тал	с.Некроҳ	с.Хулбазор	с.Шаббода	с.Барис	
pH	7,2	7,4	7,0	7,2	6,8	7,1	6,0-9,2
Оксиднокӣ, мг/л	1,04	-	-	0,81	-	-	4,2
(NH ₄ ⁺), мг/л	-	-	-	-	-	-	0,002-0,003
Na ⁺ и K ⁺ , мг/л	63	-	-	46,2	-	-	-
(Mg ²⁺), мг/л	42	65	27,8	34,2	15,4	-	20-84
(Ca ²⁺), мг/л	102	227	50,2	56,2	43,1	23,3	30-142
(Fe ³⁺), мг/л	0,05	0,82	-	-	-	-	0,3
(Cl ⁻), мг/л	72,7	131,12	55,1	30,2	25,1	35,1	353
(NO ₃ ⁻), мг/л	10,1	8,12	16,7	18,2	15,3	26	44
(NO ₂ ⁻), мг/л	-	-	-	-	-	-	0,001-0,004
HCO ₃ ⁻ , мг/л	195,1	-	210,4	219,5	170,7	213,6	-
(SO ₄ ²⁻), мг/л	275	782	-	155,6	-	124	500
Дуруштӣ умумб, мг.эқв./л	8,6	16,7	4,7	5,5	3,42	3,91	7
Щелочность, мг.экв./л	3,2	-	3,4	3,5	2,7	3,4	-
Сухой остаток, мг/л	821	1716	-	512	-	204	1000
(U ⁶⁺), мг/л	0,071	21	-	-	-	-	1,7

Мукаррар карда шудааст, ки чашмаҳои зеризаминӣ аз ҷиҳати хосияти кислотагиу асосӣ асосан бетараф буда, барои аксар чашмаҳо pH дар доираи 6,5—7,5 мебошад.

Чашмаҳои заифи ишқорӣ дар чашмаҳои деҳаҳои Оқтош, конҳои Учбоғ, Киик-Тал 3 микреноҳия, Чашма, Мевагул 1, Мевагул 2, Қаторчашмаи Сечашма (асосӣ) вомехӯранд, ки pH аз 7,6 то 8,3 баробар аст. Таҳлили таркиби химиявии об ва маълумот дар бораи ионҳои асосӣ нишон медиҳад, ки дар аксар мавридҳо дар он анионҳо бикарбонатҳо мебошанд. Чашмаҳои деҳаҳои Хулбазор ва Барис, ки дар онҳо сулфату ионҳои оҳан бартарӣ доранд, инчунин обҳои маъданӣ кони Киик-Тол истисно мебошад. Дар таркиби катионӣ ионҳои магний ва калсий бартарӣ доранд. Ионҳои калсий танҳо дар манбаъҳои оби ширин бартарӣ доранд. Аз ҷиҳати хосияти кислотаю асосӣ чашмаҳо асосан бетараф мебошанд. Саҳтии умумии об аз 3,4 то 16,8 мг-эқв/л мебошад. Дар обҳои ширин тамоюли нобаробар зиёд шудани саҳтии об, миқдори бикарбонатҳо, ионҳои Mg²⁺ ва Ca²⁺, инчунин ионҳои сулфатӣ ҳангоми минерализатсия вуҷуд дорад.

Сифати оби Сирдарёи, аз ҷумла дар ҳудуди Ҷумҳурии Тоҷикистон мушкилоти минтақавӣ мебошад. Мутобиқат талаботи ГОСТ 17.5.1.03-86 дар мавзеъҳои гуногуни Сирдарёи ва обанбори Қайроққум намунаҳои об ва таҳшинҳои зериобӣ ҷамъоварӣ карда шуданд (расми 21)

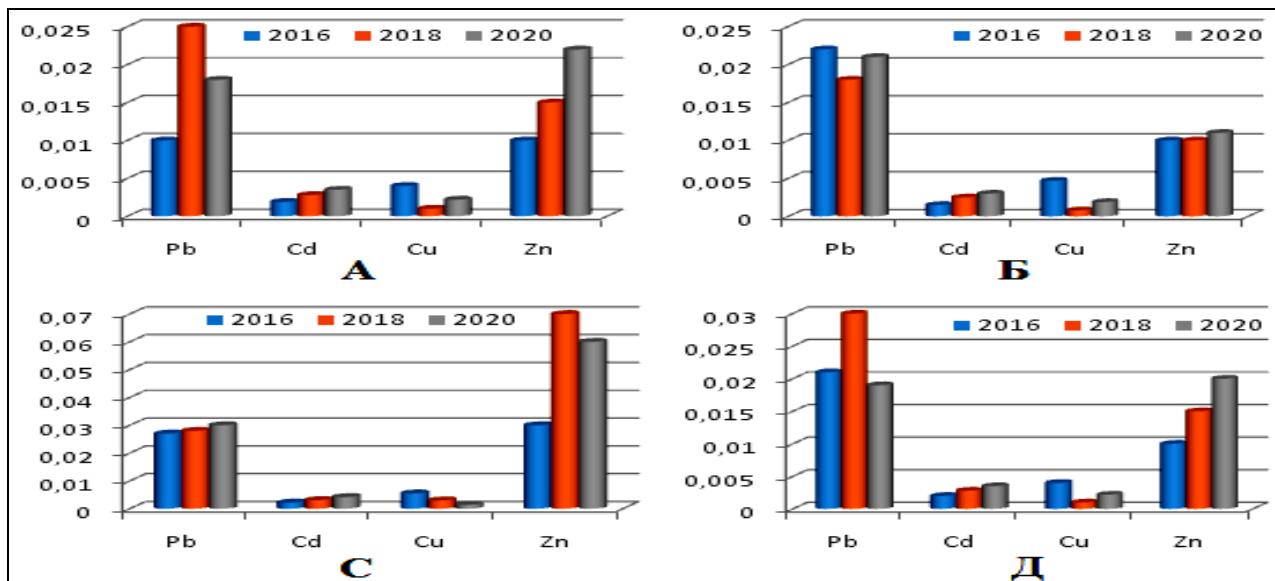


Расми 21. – Нақшай гирифтани намунаи об дар Сирдарё

Намунаҳои саҳт барои таркиби миқдори металлҳои вазнин ва дар об ҳалшавандагии SO_4^{2-} таҳлил карда шуданд ва ғализияти шаклҳои сайёри матллҳои вазнин дар об ва таҳшинҳои зериобӣ тавассути спектрометрияи атомӣ абсорбсионӣ муайян карда шуданд. Мукаррар карда шудааст, ки металлҳои вазнин хавфноктарин Hg , Cd , Cr , Pb , Ni ва As мебошанд. Металлҳои вазнин дар обанборҳо дар ҳолати ҳалшаванда ё ҷаббида қарор доранд. Дар таркиби об ва металлҳои вазнин бо ғализияти шаклҳои сайёр бо усули спектрометрияи абсорбсионии атомӣ ва хроматографияи ионӣ муайян карда шуданд (ҷадвали 11).

Ҷадвали 11. – Ғализияти миёнаи баъзе ионҳои металлҳои вазнин дар об, таҳшинҳои зериобӣ, хок ва растаниҳо

Элемент	Об, мг/л	МХЧ об, мг/л	ТК, мг/кг	Хок, мг/кг	Явшон, мг/кг
Cr^{3+}	0,011	0,05	1,2	0,07	0,23
Pb^{2+}	0,16	0,01	80	0,02	50
Cd^{2+}	0,008	0,001	0,4	-	0,02
Hg^{2+}	0,006	0,0005	0,15	-	0,031



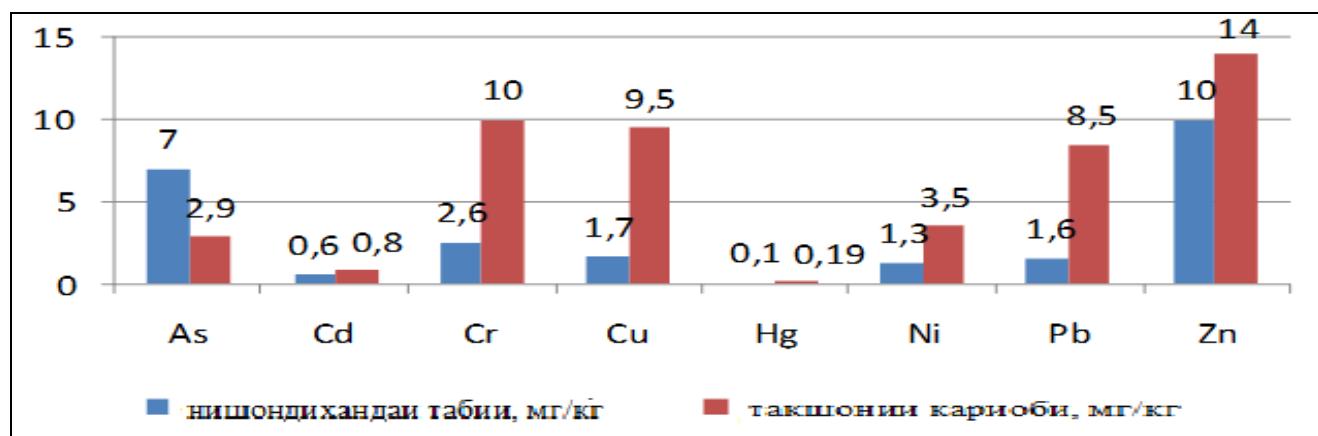
Расми 22. – Динамикаи тағиyrёбии таркиби МВ дар такшонии қариобӣ обанбори Қайроқкум: а – нуқтаҳои 1, 2, 3; б – нуқтаҳои 4, 5; в – нуқтаҳои 6, 7, 8; г –

нуқтаҳои 9, 10.

Дар об ва таҳшинҳо нисбатан зиёд будани таркиби металлҳои вазнин (МВ) имкон медиҳад, ки аномалияи геохимиявии ба минтақаҳои Туркистон ва Курама хос аст, муайян карда шавад. Микдори металлҳои вазнин дар таҳшинҳои Сирдарё на танҳо ба хусусиятҳои гидрохимиявии дарё, балки ба таркиби гранулометрии таҳшинҳои поёниобӣ низ вобаста аст. Коэффициенти коррелятсияи таркиби металлҳои вазнин дар таҳшинҳо 0,5-0,8 мг/л баробар аст.

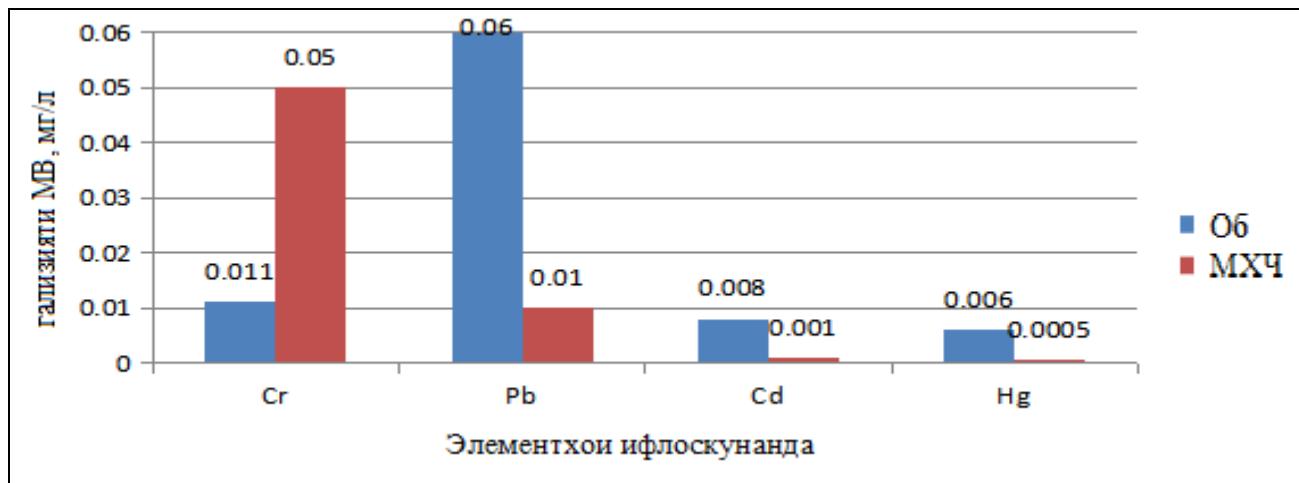
Аз расми 22 дида мешавад, ки дар минтақаҳои 6, 7, 8 ва 9 дар таҳшинҳо зиёдшавии таркиби МВ мушоҳида мешавад. Ин ба речай гидродинамикӣ ва гардиш вобаста буда, боиси омехташавии об мегардад. Тақсимоти МВ дар такшонии қариобӣ дар солҳои 2016 то 2020 маълум буд, дар ҳоле ки натиҷаҳои таркиби МВ дар соли 2016 нисбат ба соли 2020 нисбатан пасттар буданд. Дар соли 2020 миқдори Zn зиёдтар буд, ки ба ғализияти Zn дар даромадгоҳи обанбор таъсир расонид.

Чамъшавии металлҳои вазнин то ғализияти миёна назар ба миқдори Cu дар оби Сирдарё чандсад маротиба зиёдтар аст (расми 23).



Расми 23. Муқоисаи ғализияти элементҳо дар МВ бо арзишҳои заминавии дар оби Сирдарё

Бо назардошти гузариш ба об, аз об ба таҳшинҳо гузаштан, аз МВ ба об дар натиҷаи десорбсия дохил шудани МВ, баръакс зиёдшавии ғализияти МВ ба монанди Cu, Zn ва Ni дар об мушоҳида мешавад. Маълумотҳои ба даст овардашуда, нишон медиҳанд, ки таҳшинҳои Сирдарё манбаъи ифлосшавии об дар баробари металлҳои вазнин шуда метавонанд. Мукаррар карда шудааст, ки ба андозаи кам шудани заррача дар такшонӣ, таркиби МВ дар такшонии қариобӣ зиёд мешавад. Дар айни замон маълум шудааст, ки дар Сирдарё бо маҷрои рӯизаминиӣ ва зеризаминиӣ боиси тафйирёбии сифатии таркиби оби дарёҳо гардидааст (расми 24).



Расми 24. – Гализияти миёнаи баъзе металлҳои вазнин дар об дар объектҳои Сирдарё (MXC-меъёри ҳадди ҷоиз)

Барои назорат ва танзими таркиби химиявии объектҳои об системаи ғализияти максималии иҷозатдодашудаи ифлоскунанда истифода мешавад, ки миқдори металлҳои вазнин дар шакли парокандашуда аз таркиби намакҳои гуногун, pH ва мавҷудияти шароитҳо, гузариши реаксияҳои химиявии гидролиз ва комплексҳосилшавӣ вобаста аст. Муайян карда шуд, ки ба сифати об зиёд шудани маҷрои боло ва поёни дарёи Сирдарё метавонад таъсир расонад. Ионҳои Pb, Zn ва Cu дар минтақаи фаромарзӣ ба осонӣ тоза шуда, онҳо дар давраи гузариш ба фаромарзӣ зуд тоза мешаванд. Раванди пуршадид дар натиҷаи омехташавӣ ва тозашавии табӣ мегузарад. Мукаррар карда шудааст, ки таркиби ионҳои MB (Cu, Zn, Mn) дар MB пеш аз ҳама, бо ғизогирии обанбор ва хусусиятҳои минералогию геохимиявии он муайян карда мешавад. Зоро ба андозае, ки зарраҳо дар такшонии қариобӣ кам мешавад, таркиби MB дар такшонии қариобӣ мувофиқан меафзояд.

Дар боби панҷуми диссертатсия «Таъсири радиологии радион барои шароитҳои гуногуни муҳит» баҳодиҳии усулҳои ченкунии радион ва маҳсулоти таназзули радион дар объектҳои муҳити зист дода шудааст; омӯзиши маҳсулоти дуҳтари таназзули радион дар муҳити гуногун; вазъи радиатсионӣ дар ҳудуди маҳфузгоҳи Дехмой ва таъсири он ба муҳити зист ва идоракунии бехатарии экологӣ ва арзёбии сифати зиндагии аҳолӣ.

Мониторинги радион бо истифода аз усулҳои ченкунии интегралӣ ва фаврӣ бо истифода аз 265 детекторҳои трекии насбшуда, дар минтақаи маҳфузгоҳи Дехмой д. Ғозиён гузаронида шуд. (ҷадвали 12). Дар асоси андозагирии арзишҳои ЭРОА RaA, RaB ва RaC ҳисобҳо бо истифода аз формулаҳои усулҳои Марков ва Томас анҷом дода шуданд. $C_{радона} = \frac{\text{ЭРОА}_P}{F}$ $\text{ЭРОА}_m = \frac{0.44 N_T}{enWK_T}$,

ки: Cr – фаъолияти ҳаҷмии радион ЭРОА (RaA, RaB, RaC);

ЭРОА - фаъолияти мувозинати ҳаҷмии радион ва торон;

F – коэффициенти мувозинати байни радион ва маҳсулоти таназзули он;

д – самаранокии муайянкунии радиатсиияи алфа-, $c^{-1} \cdot Bk^{-1}$;

n - самаранокии гирифтани аэрозол тавассути филтр;

B – суръати миёнаи ҳаҷми ба воситаи филтр ҷорӣ шудани ҳаво, $л^* \text{мин}^{-1}$;

KT – Коэффициенти Кузнесов, аз рӯи ҷадвал муайян карда шудааст, $дак \cdot л^{-1} \cdot Bk^{-1}$

Параметри асосии раванди диффузия коэффициенти диффузия D мебошад. Маънои физикии он аз конуни якуми Фик бармеояд:

$dm = DS \frac{dc}{dx} * dt$, дар ҳолати $S = 1 \text{ см}^2 = 1$ формула $\frac{dc}{dx}$ чунин $D = \frac{dm}{dt}$ аст
дар ин чо: dm массаи моддае, ки дар давоми dt дар майдони S ба самти диффузия перпендикуляри x пахн мешавад;
 ds/dx градиенти концентратсия дар самти x аст.

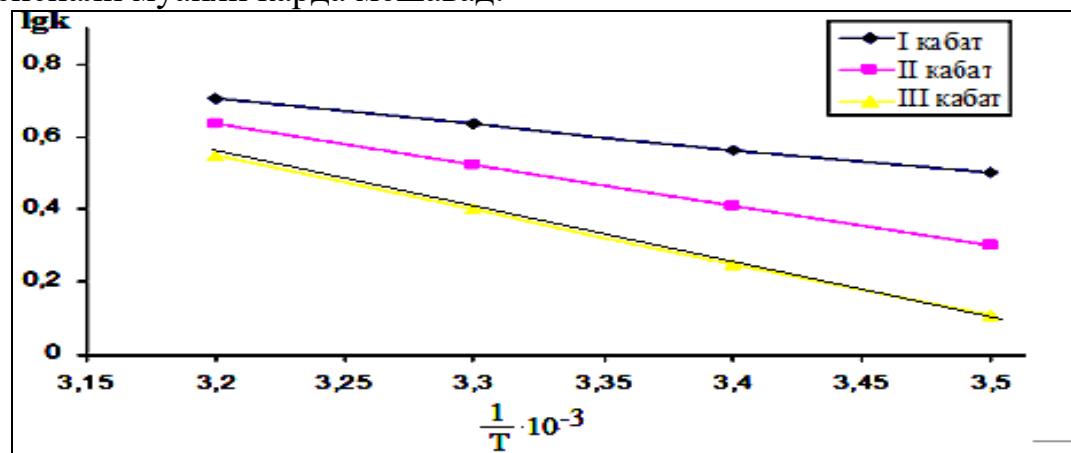
Чадвали 12. – Миқдори миёнаи радионуклидҳои табиӣ (РНТ) дар ҳаво ва хоки минтақаи маҳфузгоҳи Дехмой

РНТ	Дар ҳаво, Бк/м ³			Дар хок, Бк/кг		
	Табиӣ	Фозиён	Махфузгоҳ	Табиӣ	Фозиён	Махфузгоҳ
²¹⁰ Pb	$0,5 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$11,1 \cdot 10^{-4}$	49	98	12500
²¹⁰ Po	$0,5 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$11,1 \cdot 10^{-4}$	36	62	12500
²²⁶ Ra	$3,1 \cdot 10^{-5}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$	$37,0 \cdot 10^{-5}$	32	65	7450
²²⁸ Th	$0,8 \cdot 10^{-5}$	$2,6 \cdot 10^{-5}$	$5,2 \cdot 10^{-5}$	12	24	2700
²³⁰ Th	$5,0 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$	60	120	13500
²³⁴ U	$2,2 \cdot 10^{-5}$	$2,8 \cdot 10^{-5}$	$4,3 \cdot 10^{-5}$	13	25	1025
²³⁸ U	$2,3 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$	10	20	900
²²² Rn	20	50	250	-	-	-

Дар модели махсуси фраксияҳо (синфи $-50+25$ мм), кинетикаи бухоршавии радон-222 дар ҳароратҳои гуногун (283К, 293К, 303К) омӯхта шуд. Хусусияти хатти качҳо нишон медиҳад, ки бухоршавии радон-222 мувофиқи қонуни ба параболӣ наздишуда ба амал омадааст. Бо баланд шудани ҳарорати ҳаво, бухоршавии радон-222 зиёд мешавад. Суръати ҳақиқии бухоршавии радон-222 дар аввал, ки бо формулаи $K = \Delta O A * \Delta t$ хисоб карда мешавад, дар ҳарорати 283, 293 ва 303К мутаносибан 3,08 ва 3,73 ва 4,70 $\text{Бк}^* \text{м}^{-3} * \text{с}^{-1}$ мебошад. Энергияи намоёни фаъолшавии бухоршавии радон-222, ки аз нишебии муносибати бевоситай $lgk = 1/T$ ва аз рӯи формулаи $E = 2,3 * R \ tga = 4,575 * tga$ хисоб карда мешавад, ки 1,22 кЧ/мол баробар аст (расми 25).

Модели динамика тақсимоти радон бо тағирёбии фазой ва муваққатй дар равандҳои тааззули радиологӣ ва омилҳои метеорологӣ муайян карда мешавад.

Тақсимоти статсионарии ^{222}Rn дар наздикii сатхи ҳавзai партовҳо бо қонуни экспоненциалӣ муайян карда мешавад:



Расми 25. – Вобастагии $\log K$ аз ҳарорати мутлақи баръакси $1/T$

$$Cr = \frac{KRn * Q}{\lambda Rn} (1 - \exp(-|z| \sqrt{\lambda Rn / Dz})), z < 0$$

$$C = Co \exp(-z \sqrt{\lambda Rn / Dz}), z \geq 0$$

$$Co = C (z = 0)$$

ки дар он K_{Rn} - коэффициенты эманации ^{222}Rn ;

Dg - коэффициенты диффузии дар хок;

Dz - коэффициенты диффузии;

Q - суръати тавлиди ^{222}Rn атомт ба як атомт дар қабати зеризами.

Азбаски манбаи ^{222}Rn α - ради мебошад, арзиши Q бо мудилаи зерин муайян карда мешавад: $Q = {}^{\lambda}\text{Ra}^* {}^{\text{P}}\text{Ra}^* \rho / m {}^{\text{A}}\text{Ra}$, ки ${}^{\text{P}}\text{Ra}$ концентрацияи вазни Ra-226 бо грамм дар як грамм аст. ; ${}^{\lambda}\text{Ra}$ ва ${}^{\text{A}}\text{Ra}$ доимт ва вазни атомии радиоактивий таҷзия мекунад.

Ин муносибатҳоро ба ҳолати сарҳадӣ дар сатҳи замин иваз карда, мо муносибати байни концентрации ^{222}Rn дар қабати сатҳи Co ва арзиши Q -ро ба даст меорем:

$$Co = \frac{mKRn * Q}{\lambda Rn} \sqrt{\frac{Dg}{Dz}} \approx PRa$$

ки: Dg - коэффициенты диффузии дар партовҳои радиоактивий. Барои маҳфузгоҳи Дехмой $Dg = 0,018 \text{ см}^2/\text{с}$.

Муайян карда шудааст, ки арзиши миёнаи зичи гардиши радон аз 10 то 65 $\text{Бк}/(\text{м}^2 \cdot \text{сек.})$ буда, дар як сол гирифтани радон ба атмосфера зиёда аз 30 ТБк мебошад, ки ин ба хулосае оварда мерасонад, ки партовҳои радон дар маҳфузгоҳҳои Дехмой нисбат ба таҳминҳои қаблӣ нигаронкунанд гардидааст.

Тасдиқ шудааст, ки ҷараёни бениҳоят баланди радон ба ҳавои атмосфера ба ташаккули маҳсулоти тақсимшудаи он ба монанди ^{210}Po ва ^{210}Pb , ки дар минтақаҳои ҳамсоя ҷойгир шудаанд, мусоидат мекунад.

Фаъолияти дигар радионуклидҳои силсилаи уран дар аэрозолҳо аз ҷониби мо бо истифода аз таносуби муқарраршудаи минтақавӣ ва бо назардошти мувозинати $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ ва $^{210}\text{Pb}/^{210}\text{Po}$ баҳо дода шуд.

Муайян карда шудааст, ки омилҳои асосӣ, ҳатари радиационӣ радиации гамма-, воридшавии бо роҳи нафас гирифтани аэрозолҳои радиоактивӣ ва сатҳи баланди радон дар ҳаво ҷойгир мебошанд. Сатҳи миёнаи суръати эквиваленти вояи муҳити атроф ва гамма-радиационӣ дар қаламраве, ки аз маҳфузгоҳи Дехмой таъсир намерасонад, такрибан 0,15 мкЗв/соатро ташкил медиҳад. Натиҷаҳои мониторинги радонӣ дар ҳудуди маҳфузгоҳи радиоактивии Дехмой ва д. Ғозиён дар ҷадвали 13 оварда шудааст.

Натиҷаҳои андозагирий нишон доданд, ки ОА радон дар намунаҳои ҳаво аз 300 $\text{Бк}/\text{м}^3$ то 700 $\text{Бк}/\text{м}^3$ аст. Концентрацияи радон дар майдонҳои кушоди доҳили маҳфузгоҳ дар ҳудуди аз 16 то 1500 $\text{Бк}/\text{м}^3$ қайд карда шуд. Концентрацияи баланди радон дар наздикии тарқишиҳо ва дар қисмати марказии маҳфузгоҳ дар наздикии сарбанд ошкор карда шуд. Дар қунҷҳо маҳфузгоҳ концентрацияи нисбатан пасти радон мушоҳида шудааст. Илова бар ин, маҳсулоти парокондаи радони дарозмуддат ба монанди ^{210}Po ва ^{210}Pb , ки бо зарраҳои чанг алоқаманданд, метавонанд ба сарбории вояи, маҳсусан дар шароити шамол, на танҳо дар берун аз макон, балки дар д. Ғозиён низ мусоидат мекунад.

Чадвали 13. – Арзиши миёнаи ОА ва ЭРОА-и радон дар ҳаво дар ҳудуди маҳфузгоҳи Дехмой

Чойгишавии детекторҳо	Миқдор, дона	ОА радон, $\text{Бк}/\text{м}^3$	ЭРОА радон, $\text{Бк}/\text{м}^3$
Маҳфузгоҳи Дехмой	105	600	360
Ҷ. Гозиён	160	42	25

Идоракунии бехатарии экологӣ ва арзёбии сифати зиндагии аҳолӣ ҷанбаҳои муҳими рушди устувор ва некӯаҳволии ҷомеаҳо мебошад, ки бо мақсади нест кардани партовҳои радиоактивӣ усули эманатсия истифода шудааст. Усули Марков тағир дода шудаанд, то ба натиҷаҳои усули Томас барои ҳисобкунии RaA мувоғиқ мебошанд. Мониторинги радиатсионӣ унсури зарурии идоракунии ҳавфҳо дар соҳаи бехатарии радиатсионӣ дар Тоҷикистон мебошад.

Дар боби шашум «Усулҳои пешгӯӣ ва моделҳои идоракунии бехатарии экологӣ» натиҷаҳои таҳқиқот оид ба моделсозии радон дар муҳити гуногуни экологӣ оварда шудаанд; моделҳои тақсимоти радон дар маҳфузгоҳи Дехмой; моделсозии математикии филтратсияи об ва кӯчиши элементҳои ифлоскунанда дар маҳфузгоҳи Дехмой ва модели танзими паҳншавии ифлосшавии радиоактивӣ дар атмосфера мебошад. Барои тавсифи раванди паҳншавии диффузия барои ҳар як қабат муодилаи дифференсиалии шаклӣ истифода мешавад:

$$D \frac{d^2N}{dx^2} - \lambda N = a$$

ки: D – коэффициент диффузия; N – концентратсияи ^{222}Rn (s-1); λ – доимии таназзули ^{222}Rn ; a – микдори ^{222}Rn аз 1 см^3 ҷинс бароварда мешавад, ки муодила таҳмин мекунад, ки тири x аз поён ба боло равона шудааст;

Дар асоси маълумоти воқеӣ, мо ҳар як қабати шароити сарҳадро баррасӣ мекунем:

$$N(0) = 1650 * 10^{-6}, \quad N(20) = 1100 * 10^{-6}, \quad \text{далее } D = 33,6 * 10^{-4}; \quad a = 14,784 * 10^{-6};$$

$$N_0 = -\frac{a}{\lambda} = -7,04$$

$$K_{1,2} = \pm \sqrt{\frac{2,1 * 10^{-6}}{33,6}} = \pm 0,25 * 10^{-3};$$

Ҳалли умумии муодила ин аст:

$$N(x) = A_1 e^{0,25 * 10^{-3} x} + A_2 e^{-0,25 * 10^{-3} x} - 7,04.$$

Мо шартҳои сарҳадӣ ва системаро мувоғиқи қоиди Крамер истифода мебарем, ки арзишҳои A_1 ва A_2 -ро дар формула иваз карда, мо ҳалли мушкилотро дар қабатҳои якум, дуюм ва сеюм пайдо кунем:

$$N(x) = 4,45 e^{0,25 * 10^{-3} x} + 2,85 e^{-0,25 * 10^{-3} x} - 7,04; \quad 0 \leq x \leq 20$$

$$N(x) = -0,5 e^{0,2 * 10^{-3} x} + 35,75 e^{-0,2 * 10^{-3} x} - 7,04; \quad 20 \leq x \leq 40$$

$$N(x) = -0,5 e^{0,4 * 10^{-3} x} + 35,75 e^{-0,4 * 10^{-3} x} - 7,04; \quad 40 \leq x \leq 60$$

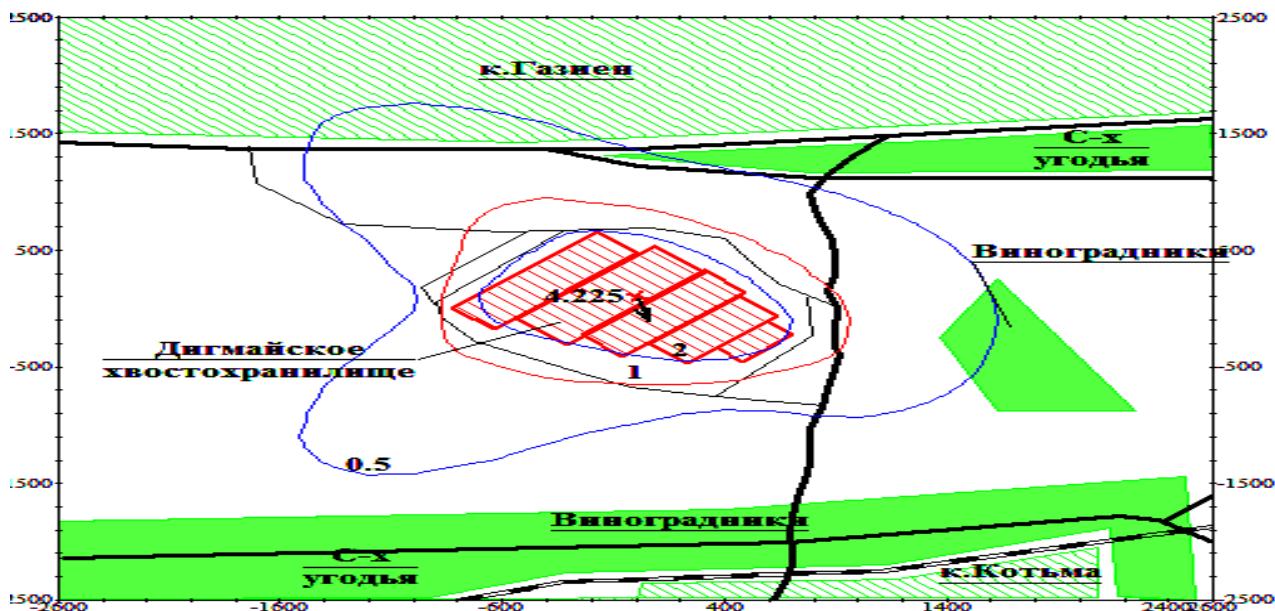
Мувозинат одатан дар рӯзҳои 20 ва 15-уми ҷенқунӣ дар қабатҳои якум ва дуюм барои моделҳои I ва II ба амал меояд. Дар рӯзҳои 30 ва 25-ум мувозинат дар қабати сеюми сатҳ дар болои модел ба амал меояд. Бо истифода аз бастаи барномаи Ecolego, мо маълумоти ҳисобшуда ва таҷрибавиро муқоиса мекунем. Дар ҷадвали 14 маълумоти муқоисавии ҷенқуниҳои майдонӣ бо натиҷаҳои ҳисобкуниро нишон медиҳад.

Чадвали 14. – Муқоисай натицаҳои андозагирии ЭРОА бо натицаҳои ҳисобшуда

№	ЭРОА радон, $\text{Бк}/\text{м}^3$		
	Маълумоти мачозӣ	Маълумоти ҳисобӣ	
		Модели Гаусса	Модели ОНД-86
1	11	8	103
2	46	8	208
3	17	7	176
4	56	39	207
5	27	47	253
6	21	45	229
7	43	69	235
8	41	68	245
9	52	9	191
10	3	10	223
11	53	7	163
12	12	8	193
Нишондиҳандай миёна	31.8	27.1	202.2
Фарқияти мачозӣ		-15%	535%

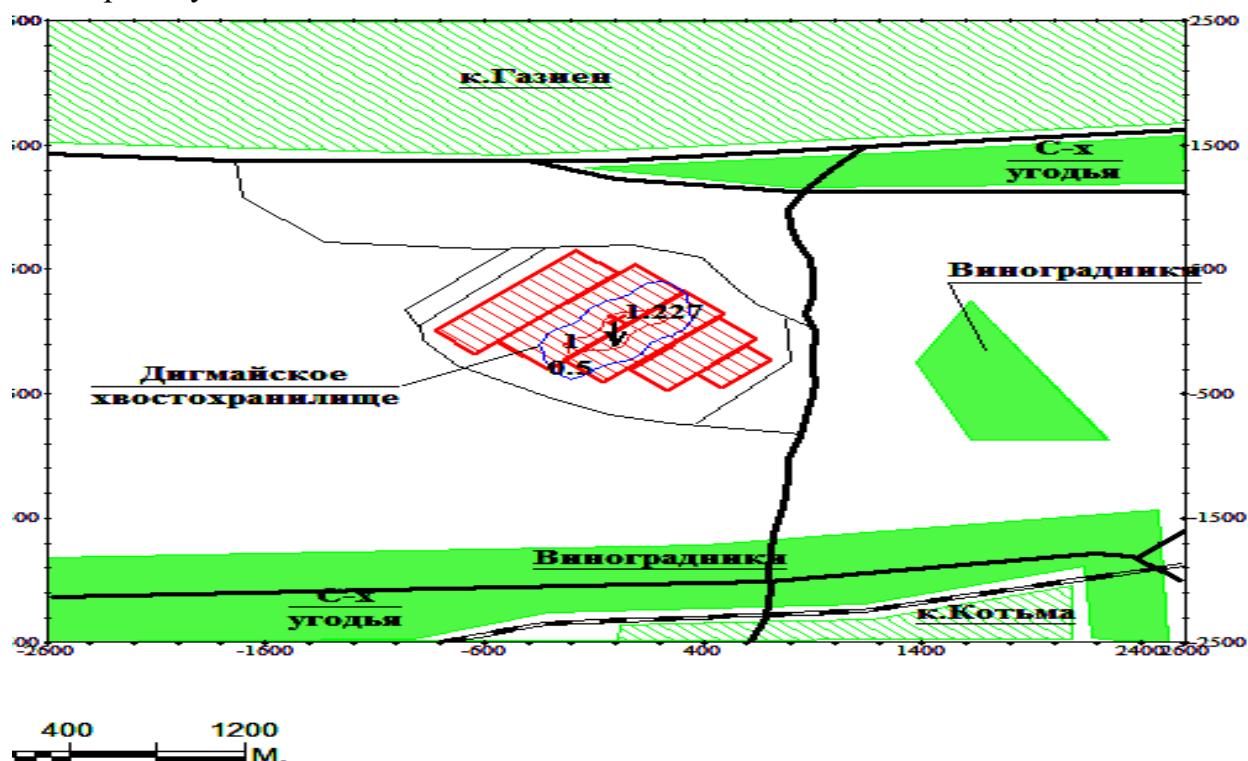
Маҳфузгоҳи Дехмой, ки шакли мураккаб дорад, ба панҷ манбаи чоркунча бо арзиши миёнаи ППР ва иқтидори умумии партовҳои радон тақсим карда шудааст. Натицаҳои ҳисобкунии концентратсияи радон бо истифода аз моделҳои гуногун ба куллӣ фарқ мекунад (Расмҳои 26-27).

Махсусан, модели ОНД-86 нисбат ба модели Гаусс концентратсияи хеле баландтар медиҳад. Барои муқоисай маълумоти ҳисобшуда ва воқеӣ ченкунии дисперси энергияи радон дар дувоздаҳ нуқта гузаронида шуд, ки дар минтақаи маҳфузгоҳ баробар тақсим карда шудааст. Дар асоси таҳлили арзиши партови солонаи радон хисоб карда шуд: $8,15 \cdot 36 \cdot 102 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 90 \cdot 10^4 \sim 231,32 \cdot 10^{12} \text{ Бк}/\text{г} \sim 6260 \text{ Кн}/\text{сол.}$



Расм 26. – Таркиби миёнаи солонаи концентратсияи радон дар асоси модели ОНД-86

ҳисоб карда шудааст



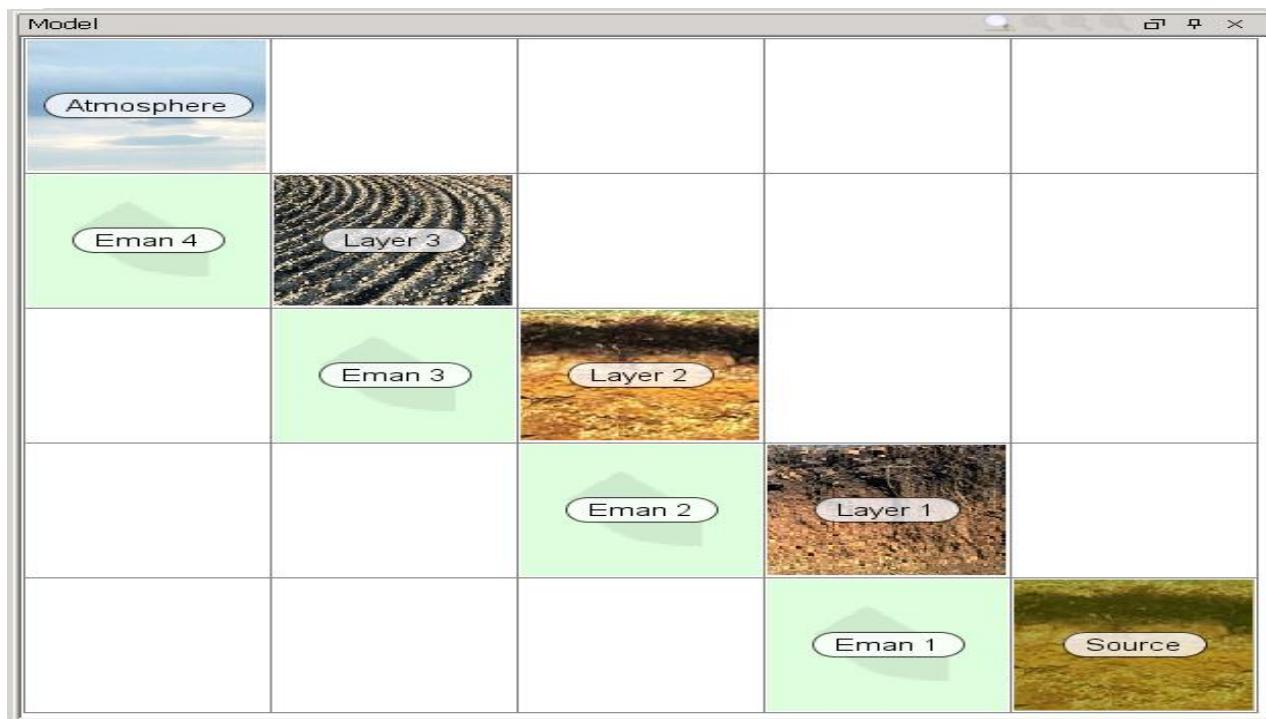
Расми 27. – Концентратсияи миёнаи солонаи радон дар асоси модели Гаусс ҳисоб карда шудааст

Таъсири шароити обу ҳаво ба натиҷаҳои ченкунии воқеи ҳарду модел буда, аммо арзиши миёнаи ба даст омада бо модели Гаусс бо арзиши воқеӣ нисбатан мувофиқ аст. Аммо ченкуниҳое, ки дар сарҳади минтақаи муҳофизати санитарӣ гузаронида шуданд, нишон дод, ки мизони энергияи радон дар ин мавзӯъ дар доираи 3-10 Бк/м³ мебошад, ки ба арзишҳои табиӣ мувофиқ аст.

Муайян карда шуд, ки модели ОНД-86 манзараи воқеиро инъикос намекунад, аз он сабаб, ки ин модел пеш аз ҳама барои ҳисоб кардани концентратсияи моддаҳои ифлоскунанда дар партовҳои корхонаҳо пешбинӣ шудааст ва ба манбаъҳои хеле баланд, аз қабили истеҳсолот нигаронида шудааст.

Натиҷаҳои таҳқиқот ба мо имкон медиҳанд, ки модели Гауссро барои пешгӯии рушди ҳодисаҳо дар корхонаҳои гуногун ё дар сурати қабули қарор оид ба коркарди дубораи маводи партовӣ тавсия медиҳем. Барои ҳисоб кардани кӯчиши радионуклидҳо дар хок ва ҳаво моделсозии математикӣ дар системаи Эколего истифода шуданд (расми 28).

Ин қабати барканории «Манбаъ», ки манбаи радон-222, се қабати хоки «Қабати 1», «Қабати 2», «Қабати 3» ва муҳити ҳавои «Атмосфера» мебошад. Блокҳои зердиагоналӣ «Эман 1», «Эман 2», «Эман 3», «Эман 4» интиқоли эманатсияҳои радонро аз як унсури модели баррасӣ шуда ба дигараши ифода мекунад.



Расми 28. – Матрисаи модели «Ecolego

Таҳқиқотҳо имкон доданд, ки мувофиқатии қаноатбахши маълумотҳои таҷрибавӣ ва натиҷаҳои моделсозии математикӣ бо истифода аз барномаи якҷояи «Эколего», ки ба мо имкон медиҳад маълумоти ибтидоиро барои соҳтани лоиҳаи анборҳо ва ҷойҳои партов бо роҳи ҳисоб ба даст орем.

Таҳқиқот дар соҳаи филтратсияи об ва кӯчиши элементҳои ифлоскунанда дар минтақаи маҳфузгоҳи Деҳмой тавассути моделсозии математикии ин равандҳо гузаронида шуданд. Барои муайян кардани суръати (қисмҳои фазои суръат дар ҳама гуна нуқтаи ташаккул) муодилаҳои асосии зерин истифода мешаванд:

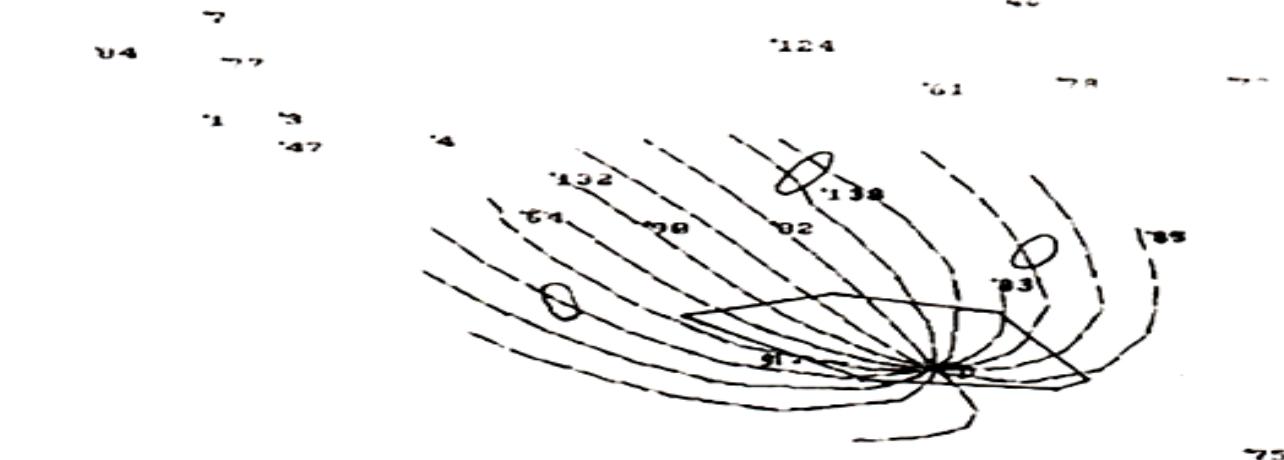
$$U = -\frac{K_f g H}{K_p g X} \quad V = \frac{K_f g H}{K_p g Y} ; \quad W = \frac{K_f K_A g H}{K_p g Z}$$

дар ин ҷо: $H (X, Y, Z)$ - $U (X, Y, Z)$, $V (X, Y, Z)$, $W (X, Y, Z)$ - Q_i – суръати ҷараёни ҷоҳи i -ум; C_i , C_m – координатаҳои қаъри ҷоҳи i -ум; – аломатҳои мутлақи қисмҳои поёнӣ ва болоии филтр; B_i^1 ; B_i^2 – баландии мутлаки боми пояи поён ва акватории боло; $K_f (X, Y, Z)$ – коэффициентҳои филтратсия; $K_p (X, Y, Z)$ – коэффициентҳои ковоки фаъол; $K_A (X, Y, Z)$ – коэффициентҳои анизотропии ҳосиятҳои филтратсия (таносуби амудӣ ба уфуқӣ); g – нишебии гидравликӣ; i – кунҷи самти ҳаракати оби қабати; — сатҳи филтри ҷоҳи i -ум; – проексияи суръат дар сатҳи муттадил; – шумораи ҷоҳҳо дар минтақаи моделсозӣ, ки ба раванди филтратсия таъсир мерасонад.

$$\frac{g C_i}{g X} = K_p * S * \frac{g C_i}{g V} + S + \frac{g m_i}{g V}$$

ки: C_i – концентратсияи ҷузъи i -ум; K_p – ковокии фаъол; S – масоҳати буриши найи ҷорӣ; M_i - қобилияти азхудкунии ҷинс барои ҷузъи i ; X – координата фазои нуқтаи таҳлилшаванда дар найҷаи ҷараён; V - ҳаҷми маҳлуле, ки дар давоми " t " аз нуқтаи таҳлилшуда гузаштааст.

Таҳқиқотҳои гидрогохимикий дар минтақаи назди маҳфузгоҳ гунбази инфильтратсияро дар зери маҳфузгоҳ бо ғафсии 50-300 м ва майдони ифлосшавии обҳои зеризаминиро, ки масоҳати ба байзавии нақша наздик нигоҳ медорад, он дар масофаи дароз қашидо шуда ошкор намуд. Амалан самти шимолу ғарбӣ ва қисми ҷанубу шарқӣ бурида шуда, дар ҳудуди ҳуд дар солҳои 80-ум, аввали солҳои 90-ум амалан устувор буд. Натиҷаи таҳқиқоти гидрогохимикиро таҳқиқоти геофизикӣ тасдиқ намудааст (расми 29).



суръати манбаъро ба назар мегирад.

Кувваи манбаъро чунин муайян кардан мумкин аст: $M=Q \cdot S \cdot \omega$, ки Q - фаъолияти ҳаҷмии қабати сатҳи хоки манбаъ, $\text{Бк}/\text{м}^3$; S - майдони сарчашма, м^2 ; ω - суръати боловавии шамол, $\text{м}/\text{с}$.

Дар асоси натиҷаҳои ба даст омада, модели пешниҳодшудаи интиқоли чангу ғубори маводи радиоактивӣ имкон медиҳад, ки ифлосшавии минтаҷаҳои ҳамшрафати маҳфузгоҳи коркарди уранӣ арзёбӣ ва пешгӯӣ карда мешавад. Истифодай ин усул имкон медиҳад, ки моделҳои истифода шаванд, ки раванди дар атмосфера пахн шудани моддаҳои ифлоскунанда аз манбаъҳои стационарӣ дар масофаи то 10—20 километр тасвир мекунад. Масалан, барои ин модели кории МАГАТЭ-ро истифода бурдан мумкин аст - модели Гаусс дар як катор мамлакатҳои Фарб ҳамчун модели асосӣ истифода бурда мешавад.

ХУЛОСА

1. Натиҷаҳои асосии илмии диссертатсия:

1.1. Фаҳмиши механизмҳои кӯчиши элементҳои ғайриорганикӣ барои идоракунии экосистемаҳо ва нигоҳдории устувории онҳо муҳим аст. Бо радионуклидҳо ва металлҳои вазнин дар Сирдарё ифлос шудани муҳити обӣ ва таҳшинҳои поёни, аз қисми боло ва поёноби дарё ошкор карда шуд. Баъзе унсурҳои ғайриорганикӣ метавонад дар байни атмосфера ва дигар ҷузъҳои экосистема ҳаракат кунанд. Ба ин равандҳо омилҳои гуногун, аз ҷумла иқлим, ҳусусиятҳои физикии ландшафт, таъсири инсон (аз қабили фаъолияти кишоварзӣ ва саноатӣ) ва гуногуни биологӣ таъсири мерасонад [1-М, 2-М, 13-М, 14-М, 15-М, 16-М, 17-М, 22-М, 24-М, 28-М, 36-М, 44-М, 114-М, 117-М, 123-М].

1.2 Дар намунаҳои обҳои рӯизамиинӣ таркиби сулфатҳо, нитратҳо ва хлоридҳо дар концентратсияи максималии барои ин элементҳо муқарраршуда қарор доранд. Ҳатари асосии экологӣ дар натиҷаи кӯчиши ионҳои SO_4^{2-} , радиоактивӣ ва металлҳои вазнин ба амал меоянд, дар зери таъсири омилҳои метеорологӣ дар қисматҳои болои релеф, дар қисматҳои поёни ҷамъ мешавад. Элементҳо дар биосфера бо тақсимот дар фазои дохилӣ ё берунаи ҳуҷайра тавсиф мешаванд. Элементҳои берун аз ҳуҷайраҳои Na , Ca , Cu , Mo , Cl , Si , Al ва элементҳои дохили ҳуҷайра K , Mg , Fe , Co , Zn , Ni , Mn , S , P , Se мебошанд. Концентратсияи ионҳои оҳан дар ҳама намунаҳо аз МҲҶ 6,2-17,3 баланд буд. [17-М, 20-М, 24-М, 25-М, 28-М, 34-М, 46-М, 51-М, 61-М, 67-М, 70-М, 72-М, 85-М, 97-М].

1.3. Манзараи умумии вазъи муҳити зист имрӯз идоракунии бехатарии радиоэкологӣ ва андешидани тадбирҳои таъхирнапазир ва мунтазами ҳифзи онро тақозо мекунад. Таҳқиқоти биогеохимикӣ байни солҳои 2015 ва 2020 гузаронида шуда, имкон дод, ки дар бораи холати ифлосшавии объектҳои муҳити зисти объекти таҳқиқшуда, маълумот пешниҳод карда шавад. Муайян карда шудааст, ки дар ифлосшавии хок ва растаниҳо дар минтаҷаи маҳфузгоҳи партовҳои радиоактивӣ як гурӯҳи элементҳо саҳми калон дорад, ки ба онҳо: Mn , Ni , V , Cr , Mo , Pb дохил мешаванд. [[1-М, 3-М, 6-М, 7-М, 9-М, 12-М, 13-М, 23-М, 35-М, 37-М, 38-М, 39-М, 41-М, 44-М, 52-М, 58-М, 86-М, 103-М, 106-М].

1.4. Таъсири манғии маҳфузгоҳи радиоактивӣ ба наботот, бо кӯчиши радионуклидҳо ва металлҳои вазнин дар системаи «маҳфузгоҳ-хок-растаниӣ» алоқаманд аст. Коэффициентҳои азхудкуни биологӣ ҳисоб карда шуданд. Тасдиқ шудааст, ки маҳалли ҷойгиршавии минтаҷаҳои ифлосшуда, дар маҳфузгоҳҳо аз

ҳисоби кам шудани маводи қаблан хориҷшуда, ва нав гирифташуда, дар маҷрои обҳои муваққатӣ ба амал меояд, ки барои коҳиш додан ва тоза кардани маводи ҷангӣ дар ҷойҳои нигоҳдорӣ мусоидат мекунад [1-М-3-М, 5-М, 32-М, 33-М, 48-М, 49-М, 94-М, 110-М, 115-М, 116-М].

1.5 Ду манбаи ифлосшавии обҳои зеризаминӣ дар минтақае, ки дар он ҳавзαι маҳфузгоҳ муайян карда шудааст: обҳои ҳавзαι маҳфузгоҳҳо ва заминҳои қишоварзии назди маҳфузгоҳ мебошад. Мукаррар карда шудааст, ки таркиби металлҳои вазнин дар шакли диссотсиатсияшуда, аз таркиби намакҳои гуногун, pH ва мавҷудияти шароит барои гузаштани реаксияҳои химиявии гидролиз ва комплексҳосилшвӣ вобаста аст. Ионҳои Pb, Zn ва Cu дар минтақа ба осонӣ тоза шуд, онҳо дар давраҳои фаромарзӣ зуд гузариш мекунанд.

Муайян карда шудааст, ки заррачаҳои ҷангӯ губори шамол аз хок ба обанборҳо кӯчида, метавонад интиқоли радионуклидҳоро қад-қади ҷараёнҳои обӣ ба ҳавзаҳо пайваст шаванд, таъмин мекунад [1-М, 2-М, 19-М, 26-М, 27-М, 51-М, 53-М, 56-М, 64-М, 65-М, 67-М, 70-М, 73-М, 90-М, 98-М, 99-М].

1.6. Дар асоси натиҷаҳо метавон гуфт, ки модели пешниҳодшудаи ҷангӯ губори маводи радиоактивӣ, ки ифлосшавии минтақаҳои назди маҳфузгоҳҳои уранӣ арзёбӣ ва пешӯй намоем. Истифодаи модели меъёр имкон медиҳад, ки раванди ба атмосфера паҳн шудани моддаҳои ифлоскунанда аз манбаъҳои сайёр дар масофаи то 10-20 км тасвир карда шавад.

Маълумоти боэътиҳод ва қаноатбахши таҷрибавӣ бо натиҷаҳои моделсозии математикиӣ бо истифода аз барномаи якҷояи «Ecolego» имкон медиҳад, ки маълумоти ибтидой ҳангоми тарҳрезии ифлосшавии майдонҳои мҳфузгоҳ истифода шавад [1-М, 8-М, 10-М, 13-М, 16-М, 18-М, 22-М, 29-М, 31-М, 35-М, 36-М, 37-М, 39-М, 41-М, 43-М, 46-М, 57-М, 69-М, 74-М, 79-М, 84-М-87-М].

1.7. Испот шудааст, ки партовҳои гӯронида нашудаи корхонаҳои истиҳроҷи уранӣ, манбаи ифлосшавии радиоактивии худудҳои ҳамشاфат ва шабакаҳои обӣ мебошанд. Нишон дода шудааст, ки омилҳои асосии ифлосшавии минтақаи таҳқиқот, паҳншавии ҷанг ва кӯчиши обии радиоизотопҳо мебошад [1-М, 2-М, 11-М, 50-М, 55-М, 63-М, 66-М, 76-М, 88-М, 89-М, 91-М, 100-М, 101-М, 102-М, 104-М, 109-М, 113-М, 123-М].

2. Тасвияҳо оид ба татбиқи амалии натиҷаҳо.

2.1. Барои идоракуни мониторинги объектҳои сунъии Тоҷикистон дар соҳаи экология, ифлосшавии хок ва растаний, истеъмоли об, ҳифзи экосистемаҳои об ва татбиқи бехатарии радиоэкологӣ фароҳам овардани шароит барои таъмини самаранок ва ҳаматарафа омӯхтани мониторинги доимии муҳити зисти ин объектҳо мебошад.

2.2. Методологияи таҳияшудаи мониторинги радиоэкологии муҳити зист, ки берун аз минтақаи муҳофизати санитарии маҳфузгоҳ истифода мешавад, барои лоиҳакашӣ, идоракуни маҳфузгоҳҳо ва барқарорсозии мавзеъҳои ифлосшуда аз ҷониби мақомоти ҳоҷагии об, Агентии об, мелиоратсия ва ирригатсия назди Ҳукумати Тоҷикистон ва дар раванди таълимии мактабҳои олий барои тайёр кардани кадрҳои соҳаи замин ва об истифода шаванд.

2.3 Натиҷаҳои таҳқиқот барои мутахассисони соҳаи ҳифзи муҳити зист, химикҳо ва гидрохимикҳо барои мароқи илмӣ ва амалӣ зарур аст.

РЎЙХАТИ НАШРҲО ДОИР БА МАВЗЎИ ДИССЕРТАЦИЯ

-монографияҳо:

- 1-М. Тиллобоев, Х.И. Радиация и экология. Монография / Х.И. Тиллобоев, Н.И. Беззубов, С.К.Ходжиев – Издательский дом: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2012. - 102 с.
- 2-М.Бободжонова, З.Х. Особенности распределения тяжелых металлов в водных системах Северного Таджикистана и их очистка. Монография / З.Х. Бободжонова, Х.М. Назаров, **Х.И. Тиллобоев** – Худжанд: Нури маърифат. 2021. - 120 с.
- 3-М.Ёкубова, Д.М. Комплексное изучение физико-химических методов контроля массопереноса тяжёлых металлов окружающей среды в пределах северного Таджикистана. Монография / Д.М. Ёкубова, Д.А. Муротова, **Х.И. Тиллобоев** – Худжанд: Нури маърифат. 2023. -160 с.

-мақолаҳо, ки дар маҷаллаҳои илмии аз ҷониби Комиссияи олии аттестацонии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон тавсияшуда нашр шудаанд:

- 4-М.Юнусов, М.М. Физико-химическая характеристика отходов Дигмайского хвостохранилища / М.М. Юнусов, Н.И. Беззубов, С.Г. Кавыршин, **Х.И. Тиллобоев** // Доклады АН Республики Таджикистан. 2007. Т.50. №6. - С.527-532.
- 5-М.Тиллобоев, **Х.И.** Экологические аспекты хвостохранилищ радиоактивных отходов / Х.И. Тиллобоев, Н.И. Беззубов // Доклады АН Республики Таджикистан. 2007. Т.50. №8 - С.672-676.
- 6-М. **Тиллобоев, Х.И.** О биогеохимических исследованиях в районе Дигмайского хвостохранилища / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, Н.И. Беззубов // Доклады АН Республики Таджикистан. 2008. Т.52. №9. – С.665-670.
- 7-М. Юнусов, М.М. Влияние ферросплавов на окружающую природную среду / М.М. Юнусов, Н.И. Беззубов, **Х.И. Тиллобоев** // Доклады АН Республики Таджикистан. 2008. Т.51. №9. - С.696-700.
- 8-М.Ковыршин, С.Г. Выбор оптимальной модели распределения концентрации радона на примере Дигмайского хвостохранилища / С.Г. Кавыршин, З.А. Разыков, М.М. Юнусов, Н.И. Беззубов, **Х.И. Тиллобоев** // Горный журнал. 2009. №12. - С.59-62.
- 9-М.Тиллобоев, **Х.И.** О биогеохимических исследованиях в районе Дигмайского востохранилища / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, Н.И. Беззубов // Известия АН Республики Таджикистан. 2009. №3 (136). - С.44-49.
- 10-М.Тиллобоев, **Х.И.** Методы контроля массопереноса радона в нейтральных грунтах мелкой фракции на хвостохранилище радиоактивных отходов / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, С. Абдурахимов, Ф.Х. Очилова // Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2011. №4 (19). - С.137-142.
- 11-М.Тиллобоев, **Х.И.** Миграция радона на территории Дигмайского хвостохранилища и параметры консервирующего слоя радиоактивных отходов / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, С. Абдурахимов // Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2011. №4(19). - С.153-157.
- 12-М. Skipperud, L. Environmental impact assessment of radionuclide and metal contamination at the former U sites Taboshar and Digmai, Tajikistan / L. Skipperud, G. Strømman, M. Yunusov, P. Stegnar, B. Uralbekov, **Н. Тиллобоев**, G. Zjazjev //

Journal of Environmental Radioactivity. Received 17 November 2013 Received in revised form Department of Plant and Environmental Sciences, Norway, 2013. - P.50-62.

- 13-М. Lespukh, E. Assessment of the radiological impact of gamma and radon dose rates at former U mining sites in Tajikistan / E. Lespukh, P. Stegnar, M. Yunusov, **Н. Тиллобоев**, G. Zyazev // Journal of Environmental Radioactivity. Received 17 November 2013 Received in revised form Department of Plant and Environmental Sciences, Norway, 2013.- P.148-155.
- 14-М. **Тиллобоев, Х.И.** Результаты комплексного гидрохимического исследования биогеохимического обследования загрязнений окружающей среды / Х.И. Тиллобоев, Д. Ёкубова, Х. Хасанзода // Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2015. №1 (32). - С.110-116.
- 15-М. **Тиллобоев, Х.И.** Химический состав природных вод и экологическое состояние очистных сооружений города Худжанда/ Х. Тиллобоев // Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2015. №2 (33). -С.69-72.
- 16-М. **Тиллобоев, Х.И.** Исследование загрязнений атмосферного воздуха в Согдийской области / Х.И. Тиллобоев, Ф. Очилова, Б. Рахимов, С. Алиев // Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2016. №1 (36). - С.22-28.
- 17-М. **Тиллобоев, Х.И.** Результаты гидрохимических исследований в районе Б.Гафурова / Х.И. Тиллобоев, Н. Джабборова, М. Нурмадов, Д. Темирзода // Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2016. №4 (39). - С.143-146.
- 18-М. **Тиллобоев, Х.И.** Экспериментальные исследования и расчет процесса эксхаляции радона в различных средах / Х.И. Тиллобоев, М. Юнусов, А. Давлатзода // Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2018. №4 (47). - С.54-60.
- 19-М. **Тиллобоев, Х.И.** Присутствие и особенности тяжелых металлов в составе природных вод / Х.И. Тиллобоев, М. Юнусов, О. Ибодуллоев // Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2018. №4 (47). - С.61-64.
- 20-М. Назаров, Х.М. Содержание изотопов ^{210}Po и ^{210}Pb в воде искусственного озера г.Истиклола Республики Таджикистан и их бионакопление в организме рыб / Х.М. Назаров, В.М. Миряхъяев, **Х.И. Тиллобоев**, М.М. Махмудова, У.М. Мирсаидов // Радиационная гигиена. 2019. Т.12. №2 (спецвыпуск). - С.50-53. DOI: 10.21514/1998-426X-2019-10-2-50-53.
- 21-М. Назаров, Х.М. Содержание тяжелых металлов в воде и донных отложениях реки Сырдарьи (в пределах Северного Таджикистана) / Х.М. Назаров, **Х.И. Тиллобоев**, В.М. Миряхъяев // Ученые записки ХГУ. Серия естественные и экономические науки. 2019. №3(50). - С.94-97.
- 22-М. Назаров, Х.М. Композиция для покрытия поверхности радиоактивного хвостохранилища / Х.М. Назаров, Д.И. Мирзоев, **Х.И. Тиллобоев**, Б.Д. Бобоев // Учёные записки ХГУ. Серия естественные и экономические науки. 2020. №4(55). - С.48-52.
- 23-М. **Тиллобоев, Х.И.** Биоаккумуляция урана и некоторых тяжелых металлов в растениях / Х.И. Тиллобоев, Х.М. Назаров, З.Х. Бободжонова// Ученые записки ХГУ. Серия естественных и экономических наук. 2021. №2 (57). - С.95-98.

- 24-**М.Тиллобоев, Х.И.** Динамика изменений гидрохимических характеристик Адрасманской водной системы в условиях антропогенной нагрузки / Х.И. Тиллобоев, Р.О. Азизов, Д.А.Муротова // Водные ресурсы энергетика и экология. Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ. 2021. Т.1. №4. - С.89-93.
- 25-**М.Тиллобоев, Х.И.** Исследование физико-химических показателей загрязнения природных вод тяжелыми металлами в пос. Адрасман / Х.И. Тиллобоев, Р.О. Азизов, Д.А. Муротова // Водные ресурсы энергетика и экология. Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ.2022. Т.2. №1. - С.111-117.
- 26-**М.Тиллобоев, Х.И.** Исследование химического состава и динамики содержания тяжелых металлов в реке Сырдарья / Х.И. Тиллобоев, Н. Бобоназарова, М. Косимова, С. Лакимова // Водные ресурсы энергетика и экология. Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ.2022. Т.2. №2. - С.87-94.
- 27-**М.Тиллобоев, Х.И.** Тяжелые металлы как фактор загрязнения водной среды в поселке Адрасман северного Таджикистана / Х.И. Тиллобоев, Д.А. Муротова, Р.О. Азизов, С.Қ. Шарифов // Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2022. Т.62. №3. - С.94-99.
- 28-**М.Тиллобоев, Х.И.** Физико-химические и гидрологические исследования загрязнений природных вод на примере реки Сырдарьи / Х.И. Тиллобоев, Д.М. Ёкубова, М.М. Мухидинова // Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2022. Т.61. №2. - С.68-72.
- 29-**М.Тиллобоев, Х.И.** Использование нормативной модели для исследования распространения радиоактивного загрязнения атмосферы / Х.И. Тиллобоев, М.М. Мухидинова //Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2023. Т.64. №1. - С.59-64.
- 30-**М.Тиллобоев, Х.И.** Поиск и анализ процесса излучения изотопов радона в различных экологических средах / Х.И. Тиллобоев, З.Х. Бободжонова // Ученые записки ХГУ. Естественных и экономических наук. 2024. Т. 69. №2. С.49-55.
- 31-**М.Тиллобоев, Х.И.** Радионуклидный состав и геохимическая характеристика радиоактивных оходов уранового производства / Х.И. Тиллобоев // Ученые записки ХГУ. Естественных и экономических наук. 2024. Т.68. №1. С.145-149.
- 32-**М.Тиллобоев, Х.И.** Исследование содержания радионуклидов в почвах на территории Дигмайского хвостохранилища / М.З.Ахмедов, И.Мирсаидзода, Х.И.Тиллобоев, М.М.Исматдинов, Х.М.Назаров // Известия НАН Таджикистана. 2024. №1 (194). - С.100-107.
- 33-**М.Тиллобоев, Х.И.** Эффективность применения сорбентов для очистки воды от ионов тяжелых металлов / Х.И.Тиллобоев, М.М. Шокиров, У.Х Усмонова, М.Н. Муминова., З.Х. Бобоҷонова // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Серия естественных наук 2024. №2/3 (126). - С.84-88.
- 34-**М.Тиллобоев, Х.И.** Таҳқиқи сифати оби Сирдарё аз рӯйи нишондиҳандаҳои микробиологӣ / Х.И. Тиллобоев, Ҳ.Ш. Атабекова, Ш.Н Маликисломова // Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2024.Т.71.№4. С.35-39

- 35-М.Абдуллозода, С.Ф. Исследование степени загрязненности воздушной среды мелкодисперсной пылью природного и техногенного происхождения на примере г.Худжанда / С.Ф. Абдуллозода, **Х.И. Тиллобоев**, Р.А. Джураева // Ученые записки. Естественные и экономические науки. 2025. Т.72.№1.С.23-29
- 36-М.Тиллобоев, **Х.И.** Сифати обҳои заҳиравии фаромарзи дар вилояти Суғд / Х.И.Тиллобоев, Х.М.Назаров, И.М.Ишратов, Ф.З.Шафиев, И.Мирсаидзода // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Серия естественных наук 2025. № 2/1 (132). С. 69-71.

- нашр дар маводи конферонси илмӣ ва патентҳо барои ихтироот:

- 37-М.Тиллобоев, **Х.И.** Характеристика опытного участка в Б. Гафуровском районе / Х.И. Тиллобоев // Материалы 2-го конференции ученых и молодых специалистов, посвященный у дню молодежи. – Худжанд. 1999. - С.56-59.
- 38-М.Тиллобоев, **Х.И.** Морфологические особенности серо-бурых каменистых почв Северного Таджикистана / Х.И. Тиллобоев // Материалы научно-практической конференции молодых ученых к 60-летию Ленинабадской области. – Худжанд. 2000. - С.95-96.
- 39-М.Тиллобоев, **Х.И.** Тиллобоев Х.И. Морфологические и агрофизические особенности серо-бурых каменистых почв Северного Таджикистана / Х.И. Тиллобоев // Материалы научно-практической конференции молодых ученых. – Душанбе. 2000. – С.65-66.
- 40-М.Разыков, З.А. Геоботанический метод исследований радиоактивных загрязнений / З.А. Разыков, М.М. Юнусов, Н.И. Беззубов, С.Г. Кавыршин, **Х.И. Тиллобоев** //Материалы III- Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы урановой промышленности». – Алматы. Казахстан. 2004. - С.92-95.
- 41-М.Тиллобоев, **Х.И.** Результаты биогеохимических исследований в районе Дигмайского хвостохранилища / Х.И. Тиллобоев, З.А. Разыков, М.М. Юнусов // Материалы Международной конференции. Ферганская долина: основные проблемы техногенных наследий урановое наследие в Таджикистане. – Кайраккум. Таджикистан. 2006. - С.30-35.
- 42-М.Ynusov, M.M. Rehabilitation of uranium mines in northern Tajikistan Nuclear Risk in Central Azia / M.M. Ynusov, Z.A. Razikov, N.I. Bezzubov, **Н.И. Tillboev** // Springer Science Bisness Media B.V. 2008. - Р.69-76.
- 43-М.Тиллобоев, **Х.И.** Результаты исследований по моделированию процесса диффузии радона в нейтральном консервирующем слое / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, Н.И. Беззубов // Материалы II-Республиканской научно-практической конференции «Использование современных технологий в переработке горных минералов и металлургии». – Чкаловск. Таджикистан. 2008. - С.85-90.
- 44-М.Тиллобоев, **Х.И.** Биогеохимический мониторинг техногенных загрязнений / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, З.А. Разыков // Материалы II - Республикаиной научно-практической конференции «Использование современных технологий в переработке горных минералов и металлургии». – Чкаловск. Таджикистан. 2008. - С.90-98.
- 45-М.Тиллобоев, **Х.И.** Миграция радона в нейтральных средах различного гранулометрического состава / Х.И. Тиллобоев, Б.Г. Файзуллаев, М.М.

- Юнусов, Н.И. Беззубов // Материалы III – Республикаской научно-практической конференции «Использование современных технологий в переработке горных минералов и металлургии». – Чкаловск. Таджикистан. 2009. - С.122-126.
- 46-**М.Тиллобоев, Х.И.** Результаты биогеохимических исследований в СЗЗ Дигмайского хвостохранилища / Х.И. Тиллобоев, Б.Г. Файзуллаев, М.М. Юнусов, Н.И. Беззубов // Материалы VI Нумановское чтение. - Душанбе. Таджикистан. 2009. - С.24-25.
- 47-**М.Тиллобоев, Х.И.** Моделирование физико-химического процесса миграции радиоактивных веществ с территории хвостохранилищ уранового производства / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, Н.И. Беззубов, С.Г. Ковыршин / Материалы Международной практической конференции «Инжениринговая система 2009». – Москва. Россия. 2009. - С.78-80.
- 48-**М.Тиллобоев, Х.И.** Определение параметров защитного покрытия хвостохранилищ радиоактивных отходов / Х.И. Тиллобоев, С.Г. Ковыршин, Н.И. Беззубов, З.А. Разыков / Материалы республиканской конференции «Актуальные проблемы преподавания естественных и технических наук в средних и высших школах». – Худжанд. Таджикистан. 2010. - С.128-133.
- 49-**М.Тиллобоев, Х.И.** Биогеохимические исследования растений-индикаторов, накопителей тяжелых и токсичных элементов на примере Полынь железистая (*Artemisiaglanduligera*) / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, С. Абдурахимов, Ф.Х. Очилова, М.Х. Аминов / Материалы IV Международной конференции «Экология и биоразнообразия». – Куляб. Таджикистан. 2011. - С.158-161.
- 50-**М.Тиллобоев, Х.И.** Миграционные свойства радиоактивных газов в консервирующем слое на территории Дигмайского хвостохранилища Таджикистана / Х.И. Тиллобоев, М.Х. Аминов, Н.Н. Боисов / Материалы VII Международной конференции «Перспективные разработки науки и техники». – Польша. 2011. - С.66-69.
- 51-**М.Тиллобоев, Х.И.** Результаты гидрогеохимических исследований в районе Дигмайского хвостохранилища / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, М.А. Дадобоев, Н.Н. Боисов / Материалы VIII Международной конференции «Модели и новейшие разработки техники». – Болгария. 2012. - С.67-70.
- 52-**М.Тиллобоев, Х.И.** Механизм массопереноса радионуклидов в почве и хранилищ радиоактивных отходов / Х.И. Тиллобоев, Н.И. Беззубов, Ф.Х. Очилова / Материалы Международной научно-практической конференции «Физика, химия, биология: актуальные проблемы». – Новосибирск. Россия. 2012. - С.35-42.
- 53-**М.Тиллобоев, Х.И.** Опыт гидрохимических и гидродинамических исследований в районе Дигмайского хвостохранилища / Х.И. Тиллобоев, Т.Х. Джумаев, О.Ф. Джураев, З.Х. Тиллобоева // Материалы V Студенческой международной научно-практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия». – Новосибирск. Россия. 2012. - С.106-116.
- 54-**М.Тиллобоев, Х.И.** Роль радиоактивных изотопов в метаморфизации растительных организмов / Х.И. Тиллобоев, Х. Муртазоев / Материалы II Международного Симпозиума «Возобновляемая энергия и энергосберегающие технологии». – Худжанд. Таджикистан. 2012. - С.216-220.

- 55-**М.Тиллобоев, Х.И.** Влияние радиоактивных отходов на окружающую среду / Х.И. Тиллобоев / Материалы Республиканской научно-практической конференции «Защита окружающей среды долг каждого гражданина». – Худжанд. Таджикистан. 2012. - С.35-37.
- 56-**М.Тиллобоев, Х.И.** Изотопный состав $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ в водах реки Сырдарьи / Х.И. Тиллобоев, Ф.Х. Очилова, Н.Н. Боисов /Материалы V Международной научно-практической конференции «Экологические проблемы природных и урбанизированных территорий». –Астрахань. Россия. 2012. - С.160-163.
- 57-**М.Тиллобоев, Х.И.** Опыт биогеохимических исследований окружающей среды в районе расположения промзонны / Х.И. Тиллобоев /Материалы научно-практической конференции «80-летию ХГУ». – Худжанд. Таджикистан. 2012. - С.57-60.
- 58-**М.Тиллобоев, Х.И.** Выбор рационального параметра загрязнителей в районе расположения промзонны / Х.И. Тиллобоев, Ф.Х. Очилова / Материалы XI Международной конференции «Проблемы урбанизированных территорий». – Чехия. 2012. С.115-18.
- 59-**М. Тиллобоев, Х.И.** Выбор рационального параметра усвоения химических элементов / Х.И. Тиллобоев, М.И. Сабуров, З.Х. Тиллобоева, Р. Муродова // Материалы V Международной научно-практической конференции «Экологические особенности биоразнообразия». – Худжанд. Таджикистан. 2013. - С.160-163.
- 60-**М. Тиллобоев, Х.И.** Механизм миграции радионуклидов в почве и хранилищах радиоактивных отходов / Х.И. Тиллобоев, М.И. Сабуров, З.Х. Тиллобоева, Р. Муродова // Материалы V Международной научно-практической конференции «Экологические особенности биоразнообразия». – Худжанд. Таджикистан. 2013. - С.163-165.
- 61-**М. Юнусов, М.М.** Комплексное гидролого-гидрогеологическое обследование загрязнения окружающей среды на основе системы мониторинга / М.М. Юнусов, **Х.И. Тиллобоев**, З.Х. Тиллобоева // Материалы II Международной научно-практической конференции «Развитие естественных наук в Европе». – Штутгарт, Германия.2013. - С.112-117.
- 62-**М.Аминов, М.Х.** Присутствие и особенности перемещения радиоактивных и тяжелых элементов в экосистеме Дигмайского хвостохранилища / М.Х. Аминов, З.Х. Тиллобоева, **Х.И. Тиллобоев** // Материалы Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования, новое слово в науке». – Москва. Россия. 2013. - С.312-323.
- 63-**М.Тиллобоев, Х.И.** Биогеохимическое опробование в системе «хвостохранилища- почва- растение» / Х.И. Тиллобоев, М.И. Сабуров, И.У. Усманов, М.А. Дадобоев / Материалы IX Международной практической конференции «Современные достижения науки». – Чехия. 2013. С.85-89.
- 64-**М. Тиллобоев, Х.И.** Радионуклиды и тяжелые металлы в воде / Х.И. Тиллобоев, Э.А. Эргашева / Материалы Международной научно-практической конференции «Тенденция развития естественных и математических наук». – Новосибирск. Россия. 2013. - С.116-121.
- 65-**М.Тиллобоев, Х.И.** Гидрогеологическое обследование загрязнения бассейна реки Сырдарья / Х.И. Тиллобоев, М.И. Сабуров / Материалы Республиканской

- научной конференции «Химия технология и экология воды». – Душанбе. Таджикистан. 2013. - С.123-124.
- 66-**М.Тиллобоев, Х.И.** Распространения радионуклидов в водной среде / Х.И. Тиллобоев, М. Дадобоев /Материалы Республиканской научной конференции «Вода основной источник энергии». – Душанбе. Таджикистан. 2013. - С.114-116.
- 67-**М.Тиллобоев, Х.И.** Гидрогеологическое обследование загрязнения окружающей среды на основе системы мониторинга / Х.И. Тиллобоев, М.Н. Боисов / Материалы Республиканской научной конференции «Вода основной источник энергии». – Душанбе. Таджикистан. 2013. - С.97-99.
- 68-**М.Тиллобоев, Х.И.** Расчеты радиационной нагрузки эмманиационно -трековым методом / Х.И. Тиллобоев, Д. Гуфронов / Материалы IX Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты». – Новосибирск. Россия. 2013. - С.118-125.
- 69-**М.Тиллобоев, Х.И.** Оценка влияния радиационно-опасных объектов на природную среду / Х.И. Тиллобоев, И.У. Мирсаидов / Материалы Международной научно-практической конференции «Инновация в науке и технике вопросы медицины, биологии и тех.наук». – Москва. Россия. 2014. - С.69-71.
- 70-**М.Тиллобоев, Х.И.** Распространение радионуклидов в водной среде / Х.И. Тиллобоев, Ф. Очилова, Н. Боисов / Материалы Республиканской научно-практической конференции «Вода для жизни». – Душанбе. Таджикистан. 2015. - С.47-49.
- 71-**М.Тиллобоев, Х.И.** Гидрогеологическое обследование загрязнение окружающей среды на основе системы мониторинга / Х.И. Тиллобоев, Э. Эргашева, М. Дадобоев / Материалы Республиканской научно-практической конференции «Вода для жизни». – Душанбе. Таджикистан. 2015. - С.51-53.
- 72-**М.Тиллобоев, Х.И.** Использование гидрохимических данных для решения экологических проблем города Худжанда / Х.И. Тиллобоев, Ф.Х. Очилова, З.Х. Бободжонова // Материалы Международной научно-практической конференции посвящённой “55-летию д.х.н., профессора, член-корр. АН РТ Куканиева М.А.” – Душанбе. Таджикистан. 2015. - С.171-173.
- 73-**М.Тиллобоев, Х.И.** Гидрохимическое обследование загрязнение окружающей среды / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, М.И. Сабуров / Материалы Международной научно-практической конференции посвящённые “55-летию д.х.н., профессора, член-корр. АН РТ Куканиева М.А.” – Душанбе. Таджикистан. 2015. - С.173-174.
- 74-**М.Тиллобоев, Х.И.** Исследование дочерних продуктов распада радона в различных средах /Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, З.Х. Бободжонова // Материалы Международной научно-практической конференции посвящённой “55-летию д.х.н., профессора, член-корр. АН РТ Куканиева М.А.” – Душанбе. Таджикистан. 2015. - С.174-176.
- 75-**М.Тиллобоев, Х.И.** Гидрохимическое обследование загрязнение окружающей среды / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, М.И. Сабуров / Материалы Международной научно-практической конференции «1150-летию персидско-

- таджикского алхимика и философа Абубакра Мухаммад ибн Закария Рazi. – Душанбе. Таджикистан. 2015. - С.172-173.
- 76-**М.Тиллобоев, Х.И.** Радиоактивные изотопы естественная составляющая загрязнение природной среды / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов / Материалы Международной научно-практической конференции «Десятилетию действий вода для жизни». – Чкаловск. Таджикистан. 2015. - С.40-43.
- 77-**М.Тиллобоев, Х.И.** Таджикоти гидрохимияви дар обхавзай Кайроккуми хурд / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, З.Х. Бободжонова // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной «25 летию независимости Республики Таджикистан». – Чкаловск, Таджикистан. 2016. - С.61-64.
- 78-**М.Тиллобоев, Х.И.** Метод расчета радиационной нагрузки на население и природную среду / Х.И. Тиллобоев, З.Х. Бободжонова, М.М. Юнусов // International Symposium KSCMBS-2016 Khujand Symposium on Computational Meterals Biological Scienes, 2016. - Р.112-114.
- 79-**М.Бободжонова, З.Х.** Хусусиятҳои ба организм манфиатбахши газҳои радиофаъоли радон дар мисоли чашмаҳои шифобахши Тоҷикистон / З.Х. Бободжонова, Н. Ҷабборова, **Х.И. Тиллобоев** // International Symposium KSCMBS-2016 Khujand Symposium on Computational Meterals Biological Scienes, 2016. - Р.116-118.
- 80-**М.Тиллобоев, Х.И.** Бионакопление изотопов урана в водных объектах северного Таджикистана / Х.И. Тиллобоев, М. Юнусов / Материалы XIII Международной научно-практической конференции «Экология. Радиация. Здоровье». – Семей. 2017. - С.174-175.
- 81-**М.Тиллобоев, Х.И.** Опыт биогеохимических исследований в окружающей среде / Х.И. Тиллобоев, М. Юнусов, М. Собиров / Материалы XIII Международной научно-практической конференции «Экология. Радиация. Здоровье». – Семей. 2017. - С.154-155.
- 82-**М.Тиллобоев, Х.И.** Аспекты изучения и оценка качества вод водохранилища г.Гулистан / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов / Материалы Международный семинар на тему «Управление водными ресурсами и современные технологии очистки воды». – Бустон. Таджикистан. 2018. - С.123-125.
- 83-**М.Бободжонова, З.Х.** Изучение распространения и миграции радионуклидов в водной среде / З.Х. Бободжонова, **Х.И. Тиллобоев**, М.М. Юнусов // Маводи конференсияи чумхурияви илми-назарияви таҳти унвони «Масъалаҳои рушди илм дар мактабҳои оли». – Бустон, Таджикистан. 2019. - С.45-49.
- 84-**М.Тиллобоев, Х.И.** Методика измерения радона в водной среде и рекомендации по уменьшению его концентрации в воде / Х.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, З.Х. Бободжонова // Маводи конференсияи байналмилалии илми-назариявӣ «Омилҳои гидроиқлимии истифодаи захираҳои обии Осиёи Марказӣ» баҳшида ба 30-солагии Истиқлолияти давлатии ҶТ ва Даҳсолаи байналмилалии амал «Об барои рушди устувор, солҳои 2018-2028». – Ҳучанд, Таджикистан. 2019. - С.371-373.
- 85-**М.Тиллобоев, Х.И.** Подземные воды как индикатор загрязнения водных объектов / Х.И. Тиллобоев / Маводи конференсияи байналмилалии илми-назариявӣ таҳти унвони “Омилҳои гидроиқлимии истифодаи захираҳои оби Осиёи Марказӣ” баҳшида ба 30-солагии Истиқлолияти давлатии Ҷумҳурии

- Тоҷикистон ва Даҳсолаи байналмилалии амал “Об барои рушди устувор, солҳои 2018-2028”. - Ҳуҷанд. Таджикистан. 2019. - С.375-378.
- 86-М.Тиллобоев, Ҳ.И. Биогеохимические индикаторы окружающей среды в условиях аридного климата на примере полынь Согдийской / Ҳ.И. Тиллобоев, З.Х. Бободжонова, М.С. Собиров // Материалы Международной научно-практической конференции «Проблемы опустынивания: динамика, оценка, решения». – Самарканд, Узбекистан. 2019. - С.388-391.
- 87-М.Назаров, Ҳ.М. Моделирование физико-химических процессов атмосферного массопереноса радиоактивных веществ / Ҳ.М. Назаров, В.М. Миряҳъяев, Ҳ.И. Тиллобоев, А. Мирзоев, Е.Ю. Малышева // Материалы XV Нумановские чтения «Академик И.У.Нуманов и развитие химической науки в Таджикистане». – Душанбе. Таджикистан. 2019. - С.156-158.
- 88-М.Назаров, Ҳ.М. Использование метода измерения радона в водах Б.Гафуровского района / Ҳ.М. Назаров, Ҳ.И. Тиллобоев, В.М. Миряҳъяев // Материалы XV Нумановские чтения «Академик И.У.Нуманов и развитие химической науки в Таджикистане». – Душанбе. Таджикистан. 2019. - С.180-181.
- 89-М.Тиллобоев, Ҳ.И. Выявление некоторых загрязнителей атмосферного воздуха в Согдийской области / Ҳ.И. Тиллобоев, М.М. Юнусов, Ш.Р. Мирзобаходурова, А. Давлатзода / Материалы Международной научно-практической конференции «Логистика и мультимодальные перевозки: проблемы и пути их решения». – Бустон. Таджикистан. 2019. - С.390-393.
- 90-М.Бободжонова, З.Х. Обҳои зеризамини ҳамчун нишондихандай ифлосшавии иншоотҳои оби / З.Х. Бободжонова, Ҳ.И. Тиллобоев // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Наука и образование в современном мире: вызовы XXI века». – Астана, Казахстан. 2020. - С.65-67.
- 91-М.Тиллобоев, Ҳ.И. Исследование содержания радиоактивного радона в природных водах Согдийской области / Ҳ.И. Тиллобоев, В.М. Миряҳъяев, З.Х. Бободжонова, Ҳ.М. Назаров // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Современные проблемы физики конденсированного состояния и ядерной физики». – Душанбе, Таджикистан. 2020. – С.271-274.
- 92-М.Тиллобоев, Ҳ.И. Исследования загрязнения подземных вод тяжелыми и радиоактивными элементами в пределах севера Таджикистана / Ҳ.И. Тиллобоев, В.М. Миряҳъяев, З.Х. Бободжонова, У.М. Мирсаидов, Ҳ.М. Назаров // Сборник статей республиканской научно-теоретической конференции «Основы развития и перспективы химической науки в Республике Таджикистан», посвященной 60-летию химического факультета и памяти д.х.н., профессора, академика АН РТ Нуманова И.У. – Душанбе, Таджикистан. 2020. - С.80-84.
- 93-М.Тиллобоев, Ҳ.И. Основные проблемы оценки массопереноса радона на хвостохранилище радиоактивных отходов / Ҳ.И. Тиллобоев, С. Ҳакимхочаев, Д. Якубова, П. Муллоева / Материалы X-ой международной научно-практической конференции «Ломоносовские чтения», посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне (1941-1945 гг.). – Душанбе. Таджикистан. 2020. - С.73-77.

- 94-М.Бободжонова, З.Х. Накопление некоторых тяжелых и токсичных металлов в растениях / З.Х. Бободжонова, **Х.И. Тиллобоев**, Х.М. Назаров. У.М. Мирсаидов // Материалы III Международной научно-практической конференции «Scientific community: interdisciplinary research». – Гамбург, Германия. 2021. - С.424-434.
- 95-М.Тиллобоев, **Х.И.** Эффективность многостадийной очистки воды от некоторых тяжелых металлов / Х.И. Тиллобоев / Материалы XVI Нумановские чтения «Академик И.У.Нуманов и развитие химической науки в Таджикистане». – Душанбе. Таджикистан. 2021. - С.18.
- 96-М.Тиллобоев, **Х.И.** Опыт гидрохимических исследований р.Сырдарьи / Х.И. Тиллобоев, Д.М. Ёкубова, М.М.Юнусов / Материалы X-я Международная научно-практическая интернет конференция молодых ученых «Химия и современные технологии». –Киев. Украина. 2021. - С.11-15.
- 97-М.Назаров, Х.М. Исследование сорбционного процесса очистки урансодержащих шахтных вод от ионов тяжелых металлов с применением АУ⁸⁰⁰ / Х.М. Назаров, У.М. Мирсаидов, З.Х. Бободжонова, **Х.И. Тиллобоев** // Сборник статей Первой Международной научно-практической конференции «Перспективы развития исследований в области химии координационных соединений и аспекты их применения». – Душанбе. Таджикистан. 2022. - С.6-8.
- 98-М.Тиллобоев, **Х.И.** Гидрохимическое исследование р.Сырдарьи в пределах Согдийской области / Х.И. Тиллобоев, Д.М. Ёкубова / Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции «Фундаментальная наука – основа совершенствования технологий и материалов». – Душанбе. Таджикистан. 2022. - С.36-38.
- 99-М.Назаров, Х.М. Кинетика сорбционного процесса очистки урансодержащих дренажных вод от ионов тяжелых металлов с применением АУ⁴⁰⁰ / Х.М. Назаров, З.Х. Бободжонова, **Х.И. Тиллобоев** // Сборник статей Первой Международной научно-практической конференции «Перспективы развития исследований в области химии координационных соединений и аспекты их применения». – Душанбе. Таджикистан. 2022. - С.274-278.
- 100-М.Тиллобоев, **Х.И.** Оценка гидрохимического состояния и загрязнения реки Сырдарьи / Х.И. Тиллобоев, Д.М. Ёкубова / Материалы Международной научной экологической конференции посвященной к 100-летию КУБГАУ. – Краснодар. Кубань. 2022. - С.475-478.
- 101-М.Тиллобоев, **Х.И.** Двухстадийная сорбционная очистки урансодержащих шахтных вод месторождения Киик-Тал от некоторых ионов тяжелых металлов / Х.И. Тиллобоев, У.М. Мирсаидов, З.Х. Бободжонова, Х.М. Назаров / Материалы Международной научно-практической конференции «XII Ломоносовские чтения», посвященной к дню таджикской науки и 30-летию установления дипломатических отношений между Республикой Таджикистан и Российской Федерацией часть естественные науки. – Душанбе. Таджикистан. 2022. - С.295-299.
- 102-М.Тиллобоев, **Х.И.** Опыт исследования качества трансграничных водных ресурсов в Согдийской области / Х.И. Тиллобоев, Х.М. Назаров, Д.М. Ёкубова, Р.А. Джураева / Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Химическая, биологическая, радиационная и

- ядерная безопасность: достижения, проблемы и будущие перспективы». – Душанбе. Таджикистан. 2023. - С.206-211.
- 103-**М.Тиллобоев, Х.И.** Оценка радиоактивного загрязнения почвы и растений вокруг урановых хвостохранилищ / Х.И. Тиллобоев, Х.М. Назаров, М.М. Исматдинов, Ф.Д. Саломов, А.Ш. Насруллоев / Сборник материалов XVIII Нумановские чтения «Развитие современной химии и её теоретические и практические аспекты».– Душанбе. Таджикистан. 2023. - С.247-253.
- 104-**М.Тиллобоев, Х.И.** Использование методов измерения радона и дочерних продуктов его распада в объектах окружающей среды / Х.И. Тиллобоев, Х.М. Назаров, М.М. Исматдинов, Ф.З. Шафиев, Ф.Д. Саломов / Сборник материалов XVIII Нумановские чтения «Развитие современной химии и её теоретические и практические аспекты».– Душанбе. Таджикистан. 2023. - С.253-258.
- 105-**М.Тиллобоев, Х.И.** Исследование тяжелых металлов в природных водах / Х.И. Тиллобоев, Х.М. Назаров, З.Х. Бободжонова / Мачмӯи мақолаҳои конференсияи илмӣ-амалии ҷумҳурияй «Коркарди металлургии самаранок, экология ва рушди устувор» дар доираи “Солҳои рушди саноат 2022-2026”. – Бӯстон. Таджикистан. 2023.-С. 41- 44.
- 106-**М.Тиллобоев, Х.И.** Исследование способов защиты хранилища мелкодисперсных отходов от распыления / Х.И. Тиллобоев, Х.М. Назаров, С.М..Шарипов / Мачмӯи мақолаҳои конференсияи илмӣ-амалии ҷумҳурияй «Коркарди металлургии самаранок, экология ва рушди устувор» дар доираи “Солҳои рушди саноат 2022-2026”. – Бӯстон. Таджикистан. 2023. –С.44-47.
- 107-**М.Тиллобоев, Х.И.** Исследование качества воды на трансграничных рек севере Таджикистана / Х.И. Тиллобоев, Ш.Н. Маликисломова, Х.Ш. Атабекова / Материалы Международной научно-теоретической конференции на тему «Роль и статус Центральной Азии в новой системе международных отношений» - Куляб. Таджикистан. 2023.- С.99-103.
- 108-**М.Тиллобоев, Х.И.** Радиоэкологические проблемы Дигмайского хвостохранилища Таджикистана / Х.И. Тиллобоев, М., Исматдинов, Х.М. Назаров, М.А., Зоитова, У.М.Мирсаидов / Материалы Международной научно-теоретической конференции на тему «Цифровая индустрия и энергетическое развитие глазами ученых и исследователей» - Душанбе. Таджикистан. 2024. -С.172-177.
- 109-**М. Назаров, Х.М.** Расчет выделения радона в моделях радиоактивных хвостохранилищ./ **Х.М. Назаров, Х.И. Тиллобоев, М.М. Исматдинов, А. Адхамов** / Материалы Международной научно-теоретической конференции на тему «Математика в современном мире» - Худжанд. Таджикистан. 2024. - С.292-297.
- 110-**М. Мирсаидов У.М.** Урановые хвостохранилища г. Истиклола: проблемы, решения / У.М. Мирсаидов, Х.М. Назаров, М.З Ахмедов, Б.Д. Бобоев, **Х.И.Тиллобоев, Н.У. Ҳакимова** / Материалы 24-й Международной научно-теоретической конференции на тему «Сахаровские чтения 2024 года: экологические проблемы XXI века» - Минск. Белорусия. 2024. -С.202-207.
- 111-**М. Тиллобоев, Х.И.** Таҳқиқоти физикӣ-химияйӣ ва ифлосшавии обҳои табӣ / **Х.И.Тиллобоев, Д.М. Ёқубова., Н.О Ашрапова, Д.А. Солиева** / Маводи конференсияи байналмилалии илмӣ-амалӣ“Рушди илмҳои риёзӣ, дақиқ ва

табиј даристеҳсолот” солҳои 2020-2040 “20-солаги омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқва риёзӣдар соҳаи илму маориф”. - Данғара. Таджикистан. 2024. -С. 232-236.

- 112-М. **Тиллобоев, Ҳ.И.** Гидрогеологическое особенности загрязнения водной среды на основе системы мониторинга / Ҳ.И.Тиллобоев, Ҳ.М.Назаров, Б.Д. Бобоев, М.З. Ахмедов, Б.Б. Баротов / Маводи конференсияи байналмилалии илмӣ-амалӣ“ Вазъи муосири таъмини сифат ва бехатарии экологии маҳсулоти озуқавори дар Осиёи Миёна”. -Худжанд. Таджикистан. 2024. -С. 192-195.
- 113-М. **Тиллобоев, Ҳ.И.** Некоторые экологические аспекты мониторинга атмосферного воздуха города Худжанда / Ҳ.И.Тиллобоев, С.Ф.Абдуллозода, Р.А.Джураева, У.Р.Охунова / Материалы Международного научного журнала «IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION». - Астана. Казахстан. 2024.- С. 34-39.
- 114-М. **Тиллобоев, Ҳ.И.** Критерии загрязнённости территорий радионуклидами ураноперерабатывающих предприятий / Ҳ.И. Тиллобоев, Ҳ.М.Назаров, Д.И. Мирзоев, К.А.Эрматов, М.М.Исматдинов / Материалы республиканской научно-практической конференции XIX-е Нумановские чтения «Развитие фундаментальной и прикладной химии и её вклад в индустриализацию страны». – Душанбе. Таджикистан. 2024. – С.300-302.
- 115-М. Джураева, Р.А. Мониторинг загрязнения воздушной среды частицами рм2.5 города Худжанда / Р.А Джураева, Ҳ.И.Тиллобоев, С.Ф. Абдуллозода / Материалы Международной научно-теоретической конференции на тему ««Современные проблемы физики» - Душанбе. Таджикистан. 2024. -С.311-315.
- 116-М. Мирсаидов, У. М. Накопление тяжелых металлов дикорастущими растениями вокруг уранового хвостохранилища / У.М.Мирсаидов, Ҳ.М.Назаров, Ҳ.И. Тиллобоев / Материалы 25-й Международной научно-теоретической конференции на тему «Сахаровские чтения 2024 года: экологические проблемы XXI века». - Минск. Белоруссия. 2024. -С.212-217.
- 117-М. Назаров Ҳ.М. Выбор дикорастущих растений для поглощения радионуклидов и тяжёлых металлов» / Ҳ.М. Назаров, Ҳ.И. Тиллозода, Ф.Х. Гаффорова, У.М. Мирсаидов / Материалы Международной научно-теоретической конференции на тему «Перспективы использования ядерной технологии и проблемы радиационной безопасности в государствах Центральной Азии». - Душанбе. Таджикистан. 2025. -С.75-78.
- 118-М. Назаров Ҳ.М. Физические параметры урансодержащих вод при сорбции с различными адсорбентами / Ҳ.М. Назаров, Ҳ.И. Тиллозода, Ш.Н. Ишратов, И.Ф. Рахимов / Материалы Международной научно-теоретической конференции на тему «Перспективы использования ядерной технологии и проблемы радиационной безопасности в государствах Центральной Азии». - Душанбе. Таджикистан. 2025. -С.75-78.

-патентҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон:

- 119-М.Малый патент Республики Таджикистан №ТJ 1225. МПК: В 01 J 20/20, С 01 В 31/08. Способ получения активного угля с двойным назначением / Ҳ.М. Назаров, Ҳ.И. Тиллобоев, З.Х. Бободжонова // №2101577; заявл.14.07.2021 г. опубл.20.12.2021, Бюл.178, 2021. – 5 с.

120-М.Малый патент Республики Таджикистан №ТJ 1246. МПК: C02F9/08, C02F1/28. Комплексной сорбционной очистки загрязненных вод / Х.М. Назаров, И. Мирсаидзода, **Х.И. Тиллобоев**, З.Х. Бободжонова, Ш.А Рахимбердиев // №2101576; заявл.14.07.2021 г. опубл.20.02.2022, Бюл. , 2022. – 8 с.

121-М.Малый патент №ТJ 1339 / №2101582; заявл. 16.06.2022 г. опубл. 15.03.2023. Получение коагулянта из глины каолина для очистки загрязненных вод / **Х.И. Тиллобоев**, Р.О. Азизов, Д.А. Муротова // Бюл.192, 2023. – 8 с.

122-М.Малый патент №ТJ 1434 / №2201748; заявл. 03.11.2022 г. опубл. 25.10.2023. Способ очистки загрязненной вод с помощью коагулянта из глины каолина / **Х.И. Тиллобоев**, Р.О. Азизов, Д.А. Муротова, Д.М. Екубова // Бюл.198, 2023. – 8 с.

123-М. Малый патент №ТJ 1544 / №2201644; заявл. 28.02.2022 г. опубл. 18.10.2024. Состав для защиты мелкодисперсных отходов от распыления (варианты) / Х.М. Назаров, **Х.И. Тиллобоев**, З.Х. Бободжонова, Д.И. Мирзоев, Д.М. Ёкубова, М.М. Исматдинов Ф.А.Хамидов // Бюл 198, 2024. – 8 с.

АННОТАЦИЯ

ба диссертатсияи Тиллозода Ҳаким Иброгим дар мавзӯи: “Накши равандҳои химиявӣ дар кӯчиши радионклидҳо ва металлҳои вазнин дар экосистема (дар шароити Тоҷикистон)”, барои дарёфти дараҷаи доктори илмҳои техникӣ аз рӯи ихтисосҳои 02.00.00 – Химия (02.00.01 – химияи ғайриорганикӣ) ва 03.02.08 – Экология (03.02.08.04 – илмҳои техникӣ)

Калимаҳои қалидӣ: муҳити зист, табиат, ифлосшавӣ, кӯчиш (мигратсия), уран, маҳфузгоҳ, металлҳои вазнин ва заҳролудӣ, радионуклидҳо, радиатсионӣ, радиология, растаниӣ, хок, об, тақсимоти андозаи зарраҳо, намунаҳо, геоботаника, геохимия, биогегохимия, явшон, нишондиҳанда, таҳлил, спектроскопия, гидрохимия, намунағириӣ, сулфатҳо, хлоридҳо, нитратҳо, такшонии хушк, таҳшинҳои поёнӣ, Сирдарӯ, радион, фаъолият, суръати ҷараёни радион, фаъолияти ҳаҷмӣ, модел, ҳисоб, пешӯйӣ.

Мақсади таҳқиқот: нақши равандҳои химиявӣ дар ташаккули радионклидҳо ва металлҳои вазнин дар экосистема дар Тоҷикистон ва дар ин замина сари вакт ҳалли масъалаҳои вобаста ба ҳолати радиологии маҳфузгоҳҳо дар марҳилаҳои гуногуни фаъолияти онҳо, назорат аз болои ҳолати маҳфузгоҳҳо, идоракунӣ ва арзёбии муҳити зист.

Объекти таҳқиқот: системахои табиӣ ва объектҳои сунъии ҳудуди Тоҷикистон мебошанд.

Усулҳои таҳқиқотӣ ва таҷхизоте, ки истифода мешаванд: Гирифтан ва тайёр кардани намуна аз рӯи усулҳои стандартӣ гузаронида шуд. Таркиби обҳои табиӣ, хок, растаниҳо, таҳшинҳои поёнӣ ва радиони ҳаво аз рӯи нишондиҳандаҳои физикӣ, химиявӣ ва санитарию гигиенӣ баҳо дода мешавад.

Дар рафти таҳқиқот асбобу таҷхизоти зерин истифода бурда шуд: гамма-бета-спектрометрҳо ба монанди «MKS-AT1315» (Atomtech, Белоруссия), «КАНБЕРРА» (ИМА) бо барномаи «Genie-2000», маҷмӯаи «PackEyeFHT 1377» ("Thermo Scientific, Олмон) ва дозиметрҳои "DKS-96" (NPP "Doza", Русия), "DKS-AT1123" (Atomtech, Беларус) ва "Pickerint", радиометри радион "RRA-01M-03", спектрометри AAnalyst 800 (Перкин Элмер, ИМА) барои муайян кардани сифати об; спектрометрҳо. Бо истифода аз ҳаритаҳои ҷуғрофӣ ва навигарии "JPS" координатаҳои нуқтаҳои мушоҳида муайян карда шуданд.

Натиҷаҳои ба даст овардашуда ва навигарии онҳо: Манбаъҳо ва роҳҳои имконпазири кӯчиши металлҳои вазнин дар хок, растаниҳо, муҳити обӣ ва ҳавои атмосфера муайян карда шудаанд. Механизмҳо ва равандҳои химиявии кӯчиши металлҳои вазнин ва уран дар қабати хок муқаррар карда шудаанд. Интиқоли элементҳо аз хок ба растаниҳо. Кӯчиши радионуклидҳо ва металлҳои вазнин дар обҳои рӯйизаминиӣ ва зеризаминиӣ дар Тоҷикистон омӯхта шуд. Таъсири радиологии радион дар муҳити гуногун муайян карда шудааст. Барои арзёбии ифлосшавии муҳити зист бо радионуклидҳо тавассути моделсозӣ ҳисоб намуда, параметрҳои физикӣ-химиявӣ муайян карда шудаанд.

Аҳамияти назариявӣ ва илми амалии таҳқиқот. Пешниҳод карда мешавад, ки шабакаи истинод барои мониторинги радиатсионӣ дар минтақаҳои техногенӣ, аз ҷумла минтақаҳои бо радионуклидҳо олудашуда ва иншооти идоракунии берун аз минтақаи муҳофизати санитарии маҳфузгоҳҳо ташкил карда шавад.

Маълумоти гирифташуда тавсия дода мешавад, ки барои тарҳрезӣ, идоракунии маҳфузгоҳҳо ва барқарорсозии минтақаҳои олудашуда истифода шаванд.

Соҳаи истифодабарӣ: Системаҳои таҳияшудаи мониторинги муҳити зисти зисти табиӣ ва сунъӣ метавонанд барои мушоҳида ва баҳодиҳӣ дар аксари барномаҳои ҷумҳуриявӣ ва минтақавӣ аз ҷониби субъектҳои хочагидории истифодабарандагони замин, об, ҳаво, Агентии мелиоратсия ва обёрии назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон, инчунин инчунин дар равандҳои таълими мактабҳои олӣ барои тайёр кардани кадрҳои соҳаи хифзи муҳити атроф истифода бурда мешавад.

АННОТАЦИЯ

диссертации Тиллозода Хакима Иброгима на тему: «Роль химических процессов в миграции радионуклидов и тяжелых металлов в экосистемах (в условиях Таджикистана)», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальностям 02.00.00 – Химия (02.00.01 – неорганическая химия) и 03.02.08 – Экология (03.02.08.04 – технические науки)

Ключевые слова: окружающая среда, природа, загрязнение, миграция, уран, хвостохранилище, тяжелые и токсичные металлы, радионуклиды, радиация, радиология, растение, почва, грунт, вода, гранулометрический состав, пробы, участок, геоботаника, геохимия, биогеохимия, полынь, сообщества, индикатор, анализ, спектроскопия, гидрохимия, пробоотбор, сульфаты, хлориды, нитраты, сухой остаток, донные отложения, Сырдарья, радон, активность, протность потока радона, объемная активность, модель, расчет, прогноз.

Целью исследования является оценка роль химических процессов в миграции радионуклидов и тяжелых металлов в экосистемах и ареалах на территории Таджикистана и на этой основе оперативно решать вопросы, связанные с радиологическим состоянием хвостохранилищ, на различных этапах их эксплуатации, контроля над состоянием отходов, управления и оценки экологических рисков.

Объект исследования: являются природные системы и техногенные объекты территории Таджикистана.

Методы исследования и использованная аппаратура: Отбор проб, пробоподготовка осуществлялись по стандартизованным методикам. Состав природных вод, почв, растений, донных отложений, радон воздуха оценивается по физическим, химическим и санитарно-гигиеническим показателям.

В ходе исследований использовались приборы и аппаратуры: гамма – бета – спектрометры типа “МКС–АТ1315” («Атомтех», Беларусь), «CANBERRA» (США) с программным обеспечением “Genie-2000”, комплекта “PackEyeFHT 1377” («Thermo Scientific», Германия) и дозиметров “ДКС-96” (НПП «Доза», Россия), “ДКС-АТ1123” («Атомтех», Беларусь) и “Pickerint”, радиометр радона “РРА-01М-03”, спектрометр AAnalyst 800 (PerkinElmer, США) для определения качества воды; спектрометры. С помощью географических карт и навигатора “JPS” были определены координаты точек наблюдений.

Полученные результаты и их новизна: Определены источники и возможные пути миграции ТМ в почвах, растений, водную среду и атмосферный воздух. Установлены механизмы химические процессы миграции ТМ и урана в почвенном слое. Переход элементов от почв к растениям. Исследованы миграции радионуклидов и тяжелых металлов в поверхностных и подземных водах на территории Таджикистана. Определены радиологические воздействия радона на различных средах. Выявлены физико-химические параметры оценка загрязнений окружающих среды с радионуклидами путем моделирования.

Теоретическая и научно-практическая значимость работы. Предложено организовать эталонную сеть для радиационного мониторинга техногенных территорий, включая районы загрязненные радионуклидами и объекты управления за пределами санитарно-защитной зоны хвостохранилища.

Полученные данные рекомендуется использовать для проектирования, управления хвостохранилищем и восстановления загрязненных территорий.

Область применения: Разработанные системы экологического мониторинга природных и техногенных ареалов могут быть использованы для наблюдения и оценки в большинстве национальных и региональных программ хозяйствующими субъектами водопользователей, землепользователей и атмосферного воздуха, Агентством мелиорации и ирригации при Правительстве Республики Таджикистан, также в учебном процессе ВУЗов по подготовке кадров в области охраны окружающей среды.

ANNOTATION

dissertation by Tillozod Hakim Ibrahim on the topic: "The role of chemical processes in the migration of radionuclides and heavy metals in ecosystems (in the conditions of Tajikistan)", submitted for the degree of Doctor of Technical Sciences in the specialties 02.00.00 - Chemistry (02.00.01 - inorganic chemistry) and 03.02.08 - Ecology (03.02.08.04 - technical sciences)

Keywords: environment, nature, pollution, migration, uranium, tailings, heavy and toxic metals, radionuclides, radiation, radiology, plant, soil, ground, water, granulometric composition, samples, site, geobotany, geochemistry, biogeochemistry, wormwood, communities, indicator, analysis, spectroscopy, hydrochemistry, sampling, sulfates, chlorides, nitrates, dry residue, bottom sediments, Syr Darya, radon, activity, radon flow rate, volumetric activity, model, calculation, forecast.

The aim of the study is to assess the features of the formation of man-made radioactive areas in the north of Tajikistan and, on this basis, promptly resolve issues related to the radiological state of tailings at various stages of their operation, monitoring the state of waste, management and assessment of environmental risks.

Object of study: are natural systems and man-made objects in the north of Tajikistan.

Research methods and equipment used: Sampling, sample preparation were carried out according to standardized methods. The composition of natural waters, soils, plants, bottom sediments, and air radon is assessed based on physical, chemical and sanitary-hygienic indicators.

The following devices and equipment were used in the studies: gamma-beta spectrometers such as "MKS-AT1315" ("Atomtech", Belarus), "CANBERRA" (USA) with "Genie-2000" software, "PackEyeFHT 1377" kit ("Thermo Scientific", Germany) and dosimeters "DKS-96" (NPP "Dosa", Russia), "DKS-AT1123" ("Atomtech", Belarus) and "Pickerint", radon radiometer "PPA-01M-03", spectrometer AAnalyst 800 (PerkinElmer, USA) for determining water quality; spectrometers. Using geographical maps and the "JPS" navigator, the coordinates of the observation points were determined.

The results obtained and their novelty: The sources and possible migration routes of TM in soils, plants, aquatic environment and atmospheric air were determined. The mechanisms of chemical processes of TM and uranium migration in the soil layer were established. The transition of elements from soils to plants. The migration of radionuclides and heavy metals in surface and groundwater in Tajikistan was studied. The radiological effects of radon on various environments were determined. The physicochemical parameters of the assessment of environmental pollution with radionuclides were identified by modeling.

Theoretical and scientific-practical significance of the work. It is proposed to organize a reference network for radiation monitoring of man-made territories, including areas contaminated with radionuclides and management facilities outside the sanitary protection zone of the tailings dump.

The data obtained are recommended to be used for design, management of the tailings dump and restoration of contaminated areas.

Scope: The developed systems of environmental monitoring of natural and man-made areas can be used for observation and assessment in most national and regional programs by economic entities of water users, land users and atmospheric air, the Agency for Land Reclamation and Irrigation under the Government of the Republic of Tajikistan, as well as in the educational process of universities for training personnel in the field of environmental protection.