« УТВЕРЖДАЮ»
Ректор Таджикского технического
университета имени академика М.С.Осими,
доктор экономических наук, профессор
_____ **Давлатзода К.К.**
«23» 10 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Ахмедова Матина Зафарджоновича на тему: «Технологические процессы переработки урансодержащих материалов и радиационно-экологическая ситуация в Таджикистане», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальностям 05.17.00 – Химическая технология (05.17.01 – технология неорганических веществ) и 03.02.08 – Экология (03.02.08.04 – технические науки)

Соответствие темы и содержания диссертации паспорту научной специальностям.

Диссертационная работа Ахмедова Матина Зафарджоновича на тему: «Технологические процессы переработки урансодержащих материалов и радиационно-экологическая ситуация в Таджикистане» по содержанию и объёму проведённых исследований соответствует двум специальностям, что подчёркивает её междисциплинарный характер.

Данная диссертационная работа в полной мере соответствует паспорту научной специальности 05.07.01, охватывая ключевые аспекты технологии неорганических веществ, что подтверждается следующими пунктами:

- *Технологические процессы получения неорганических продуктов:* в работе рассматриваются технологические процессы извлечения урана из урансодержащих руд и отходов, что соответствует требованиям пункта 1 паспорта специальности.

- *Явления переноса тепла в веществах в связи с химическими превращениями в технологических процессах:* диссертация включает термодинамическую оценку разложения ураносодержащей руды с использованием серной кислоты, что позволяет исследовать кинетику и термодинамику химических и межфазных превращений в рамках технологических процессов, что соответствует требованиям пункта 2.

- *Способы переработки сырья и вторичных материальных ресурсов*: в работе подробно описаны технологии переработки ураносодержащих отходов, находящихся в хвостохранилище города Бустон, а также переработка

ураносодержащих вод с целью выделения уранового концентрата. Это соответствует требованиям паспорта специальности по пункту 4 о переработке сырья и побочных продуктов.

- *Экологические проблемы и защита окружающей среды от выбросов неорганических веществ*: диссертация решает экологическую проблему, связанную с переработкой ураносодержащих отходов и вод, что является важным аспектом в контексте создания неорганических материалов и изделий. В работе представлены методы защиты окружающей среды от выбросов неорганических веществ. Это соответствует требованиям пункта 5 паспорта специальности.

- *Свойства сырья и закономерности технологических процессов:* разработка обобщённых технологических схем для переработки ураносодержащих отходов и руд месторождений "Танзим" и "Центральный Таджикистан" включает все основные стадии переработки, такие как дробление, разложение, фильтрация, сорбция и осаждение, что отвечает требованиям паспорта специальности по пункту 6.

- *Создание теоретических основ и методов организации производства неорганических материалов:* в ходе исследования найдены оптимальные условия для получения смешанных железо-алюминиевых коагулянтов из местных цеолитов, что подтверждает вклад в теоретические основы и методы организации производства неорганических материалов.

Таким образом, содержание диссертации наглядно демонстрирует соответствие паспорту научной специальности 05.07.01, охватывая все ключевые аспекты технологии неорганических веществ и внося значительный вклад в данную область знания.

Диссертационная работа Ахмедова М.З. по содержанию и опубликованным научным работам также в полной мере соответствует паспорту научной специальности 03.02.08 – Экология (технические науки), охватывая ключевые аспекты, как источников загрязнения, так и других видов антропогенного воздействия на окружающие экосистемы, что подтверждается следующими пунктами:

- пункт 1 - *Общие закономерности функционирования биологических систем*: данная диссертация содержит результаты радиоэкологических исследований, которые служат основой для понимания негативного воздействия радиоактивных отходов уранового производства на окружающую среду. В частности, освещаются источники формирования радиоэкологической ситуации в Таджикистане, с акцентом на урансодержащие хвостохранилища. Проведенные оценки радиационного фона бассейна реки Сырдарья и радиоэкологический мониторинг

определенных территорий углубляют понимание влияния антропогенных факторов на биосистемы.

- пункт 7 - *Механизмы взаимодействий*: в диссертации исследуются механизмы межвидовых взаимодействий с целью улучшения методов их использования в народном хозяйстве и минимизации негативных последствий для человека и окружающей биоты. Проведенный радоновый мониторинг в хвостохранилищах и жилых помещениях выявил факторы, влияющие на выделение радиоактивного газа радона. Результаты дают понимание о путях миграции радона и возможностях снижения его негативного воздействия на здоровье человека.

- пункт 11 - *Теоретические основы и экологическое обоснование:* разработанный способ радиоэкологического мониторинга урановых хвостохранилищ и проведенные оценки радиоэкологических ситуаций по Таджикистану предоставляют теоретические основы для рационального и экологически безопасного природопользования. Эти исследования способствуют обоснованию норм воздействия человека на живую природу.

- пункт 13 - *Методы биологического мониторинга:* мониторинг распространения техногенного изотопа цезия-137 в почвенном покрове, а также сравнительная оценка его распределения в различных типах почв на территории Таджикистана, подчеркивают важность выбора видов-индикаторов для оценки негативного воздействия факторов среды. Это вносит вклад в понимание изменений экосистем под воздействием антропогенных факторов.

- пункт 15 - *Методы восстановления природно-территориальных комплексов:* исследования, касающиеся очистки загрязнённых территорий и водной среды с использованием коагулянтов и местных сырьевых сорбентов для сорбции радионуклидов, представляют собой практические рекомендации по восстановлению природно-территориальных комплексов. Эти методы способствуют биоремедиации и восстановлению экосистем.

- пункт 21 - *Рекомендации по применению методов анализа и технологических решений, обеспечивающих предотвращение загрязнения природной среды и минимизацию воздействия на окружающую экосистему*: в данной работе подчёркнуто, что безопасное обращение с радиоактивными отходами в районе исследования указывает на необходимость проведения рекультивационных работ и покрытие поверхностей хвостохранилищ нейтральными грунтами местного происхождения.

Таким образом, данная диссертация обосновывает свои исследования и выводы по критериям паспорта специальности 03.02.08, что подтверждает её актуальность и значение в области экологии и охраны окружающей среды.

Актуальность темы диссертации. Диссертационная работа Ахмедова Матина Зафарджоновича посвящена актуальной проблеме - разработке технологий по извлечению из урановых руд уранового концентрата, вторичной переработки радиоактивных отходов, а также переработки ураносодержащих вод с целью выделения из них уранового концентрата. Диссертационная работа также охватывает вопросы радиационно-экологических проблем, по мониторингу радона, изотопа Cs-137 и оценке радиоэкологической обстановки, что способствует формированию радиоэкологической ситуации в Таджикистане. Данные исследования являются научно-технической основой в развитии промышленного потенциала страны и в решении экологических проблем.

Степень обоснованности научных положений, выводов и предложений (или рекомендации) в диссертации. Проведенная работа Ахмедова Матина Зафарджоновича на тему: «Технологические процессы переработки урансодержащих материалов и радиационно-экологическая ситуация в Таджикистане» базируется на прочной теоретической и методологической основе с применением прецизионных исследований и адекватных современных методов исследования; полученные результаты являются достоверными, точными и статистически значимыми. Выводы логически вытекают из результатов исследований, а рекомендации являются практически реализуемыми, эффективными и научно обоснованными. Работа демонстрирует научную новизну и имеет практическую значимость для решения актуальных проблем Таджикистана.

Научная новизна и достоверность полученных результатов.

Диссертация на тему: «Технологические процессы переработки урансодержащих материалов и радиационно-экологическая ситуация в Таджикистане» обладает значительной научной новизной, проявляющейся в следующих аспектах:

- впервые проведены систематические исследования и выявлена эффективность применения как щелочных, так и кислотных методов переработки урансодержащих руд месторождений “Танзим” и “Центральный Таджикистан”. Полученные результаты позволяют оптимизировать выбор технологического процесса в зависимости от минералогического состава и физико-химических свойств конкретных руд, что является новым подходом к переработке уранового сырья в данном регионе;

- соискатель предлагает новые, научно обоснованные механизмы разложения указанных урансодержащих руд под воздействием щелочных и кислотных реагентов. Идентификация и описание этих процессов позволяют углубить понимание химических превращений, происходящих при

переработке, и служат основой для дальнейшей разработки более эффективных и безопасных технологий;

- в работе доказана возможность эффективного извлечения урана и его соединений из технических вод и дренажей, образующихся в процессе горнодобывающей и перерабатывающей деятельности. Это открывает новые, ранее не исследованные возможности для получения уранового сырья и снижения техногенной нагрузки на окружающую среду;

- работа включает разработку и апробацию оригинальных методов очистки воды от радионуклидов, что имеет высокое практическое и научное значение. Эти методы направлены на снижение уровня загрязнения водных ресурсов, повышение безопасности водопользования и минимизацию рисков для здоровья населения и экосистем;

- впервые разработан и предложен комплексный метод радионуклидного мониторинга, адаптированный к специфическим условиям Таджикистана. Данный метод включает в себя новые подходы к отбору проб, аналитическим определениям и интерпретации данных, что обеспечивает более точную и оперативную оценку радиационной обстановки;

- впервые разработаны и составлены детальные радиоэкологические карты различных территорий и районов Республики Таджикистан. Эти карты являются новым, комплексным источником информации о распределении радионуклидов в окружающей среде, их потенциальных источниках и уровнях воздействия, что имеет фундаментальное значение для планирования природоохранных мероприятий, оценки рисков и принятия управленческих решений.

Учитывая вышеизложенное, научная новизна диссертации заключается в комплексном и системном подходе к решению актуальных проблем переработки урансодержащих материалов и оценки радиационно-экологической ситуации в Таджикистане, что выражается в разработке новых технологических решений, уточнении фундаментальных механизмов процессов, создании инновационных методов мониторинга и формировании беспрецедентной информационной базы.

Научная достоверность диссертационной работы подтверждается получением и интерпретацией экспериментальных данных с использованием высокоточных и верифицированных аналитических методов, также сертифицированного оборудования, гарантирующих метрологическую прослеживаемость, минимизацию инструментальных ошибок и возможность воспроизведения экспериментальных данных.

Научная, практическая, экономическая и социальное значимости результатов диссертации. Научная работа обладает существенной

практической, экономической и социальной значимостью, что обусловлено стратегическим характером исследуемой проблематики для Таджикистана.

Практическая ценность результатов исследований заключается в следующем:

- создание и оптимизация эффективных и ресурсосберегающих технологических процессов (например, гидрометаллургических методов) для переработки урансодержащего сырья, включая руды, забалансовые запасы и, что особенно важно, техногенные отходы (хвостохранилища);

- разработка научно обоснованных методов и рекомендаций по реабилитации территорий, загрязненных радионуклидами, в частности, в районах расположения бывших уранодобывающих и перерабатывающих предприятий. Это включает оценку радоноопасности и определение санитарно-защитных зон;

- внедрение усовершенствованных методик α- и γ-спектроскопии и других физико-химических методов для оперативного и точного радиационно-экологического мониторинга объектов окружающей среды (почвы, воды, воздуха, биоты) в зонах повышенного риска.

Экономический эффект от результатов диссертации выражается в:

- разработка технологий, позволяющих вторично извлекать уран (а также, возможно, сопутствующие ценные металлы) из ранее не перерабатываемых техногенных отходов. Это преобразует экологически опасные отходы в дополнительный сырьевой ресурс;

- эффективная переработка и рекультивация хвостохранилищ и загрязненных земель снижает долгосрочные расходы государства и предприятий на экологическое сопровождение, мониторинг и консервацию радиационно-опасных объектов;

- предложенные технологические решения (например, без использования дорогостоящих окислителей, или использование местных сорбентов) могут привести к снижению себестоимости переработки сырья и повышению экономической эффективности потенциального возобновления или развития урановой отрасли в Таджикистане.

Социальное значение исследования имеет прямой и долгосрочный характер:

- научно обоснованная оценка и контроль радиационно-экологической ситуации способствуют снижению доз облучения населения и минимизации рисков для здоровья, связанных с воздействием техногенных радионуклидов, включая радон;

- рекультивация загрязненных территорий и ликвидация источников радиационной опасности приводят к улучшению качества окружающей среды

в густонаселенных районах. Это напрямую влияет на общественное здоровье, санитарно-эпидемиологическую обстановку и условия жизни;

- результаты и методология диссертации служат основой для образовательных программ и подготовки высококвалифицированных специалистов (радиоэкологов, инженеров-технологов) для решения актуальных задач в области ядерной и радиационной безопасности в Республике Таджикистан.

Достоверность результатов диссертационного исследования.

Достоверность и научная обоснованность результатов диссертационного исследования, представленных в виде научных положений, выводов, рекомендаций и заключений, верифицированы на основе строгого методологического подхода. Обработка эмпирического материала базируется на комплексном применении современных, независимых и прецизионных методов анализа, что гарантирует высокую точность измерений. Согласованность данных, полученных различными независимыми методиками, служит фундаментальным критерием достоверности результатов. Формулирование итоговых выводов и практических рекомендаций осуществлялось на основе систематического научного анализа и обработки всего массива теоретических и экспериментальных данных.

Личный вклад соискателя Ахмедова М.З. в исследовании заключается в анализе литературных данных, постановке и решении задач исследований, подготовке и проведении экспериментальных исследований в лабораторных условиях, анализе полученных результатов, формулировке основных положений и выводов диссертации.

Публикации по теме диссертации. Научные результаты, полученные в ходе диссертационного исследования, получили широкое внедрение и апробацию, что подтверждается значительным объемом публикаций:

- общее количество опубликованных научных работ составляет 79 единиц;

- ключевые публикации включают:

- монографии и учебные издания: 2 монографии и 2 учебно-методические пособия, демонстрирующих систематизацию и детализацию полученных знаний;
- рецензируемые журналы: 25 статей опубликованы в научных изданиях, включенных в перечень ВАК при Президенте Республики Таджикистан, что подтверждает их достаточный научный уровень. Среди них 3 статьи размещены в журналах, индексируемых международной базой SCOPUS, а также 6 статей являются индивидуальными публикациями автора;

- материалы конференций: 43 статьи и тезисы докладов были опубликованы на республиканских и международных научных конференциях, обеспечивая апробацию результатов в научном сообществе;
- получены 7 малых патентов Республики Таджикистан на изобретение, что подтверждает практическую применимость и техническую реализуемость разработанных автором технологических решений.

Структура и объём диссертации. Диссертация изложена на 329 страницах, содержит 66 таблиц и 67 рисунков. Состоит из введения, семи глав, выводов и списка использованных источников (382 наименования).

Содержание диссертации на тему: «Технологические процессы переработки урансодержащих материалов и радиационно-экологическая ситуация в Таджикистане» представляет собой комплексное научное исследование, посвященное двум тесно связанным и актуальным направлениям:

- технологическое направление: Изучение и разработка эффективных процессов переработки урансодержащего сырья, включая техногенные отходы, с целью извлечения ценных компонентов и минимизации объемов опасных материалов;

- экологическое направление: Всесторонняя оценка и мониторинг радиационно-экологической ситуации в Таджикистане, особенно в зонах влияния уранодобывающей промышленности, для обеспечения радиационной безопасности и разработки мер по реабилитации хвостохранилищ отходов урановой промышленности.

Диссертация демонстрирует высокую степень завершённости, что подтверждается теоретическими обоснованиями и постановкой экспериментальных задач до получения надежных эмпирических данных, их анализа и формулирования конкретных технологических решений и практических рекомендаций, а также все сформулированные во введении задачи по изучению технологических процессов и оценке радиационной обстановки успешно решены.

Диссертационная работа имеет логически структурированное содержание, охватывающее как технологические, так и экологические аспекты проблематики.

Введение. Вводный раздел обосновывает актуальность выбранной темы, четко формулирует цели и задачи исследования, определяет объект и предмет изучения, а также избранную методологию. Здесь же представлена степень изученности проблемы, научная новизна, теоретическая и

практическая значимость работы. Особое внимание уделено критериям достоверности результатов. Завершает раздел перечень ключевых научных положений, выносимых на защиту.

Первая глава представляет аналитический обзор литературных источников, посвященных способам переработки урановых руд, с акцентом на урановые месторождения Таджикистана. Рассмотрены вопросы переработки отходов урановых производств и методы очистки урансодержащих вод, включая использование местных сорбентов. Отдельный раздел посвящен анализу радиационно-экологической ситуации в регионе Центральной Азии.

Вторая глава посвящена технологическим особенностям извлечения урана из руд двух месторождений Таджикистана - «Центральный Таджикистан» и «Танзим». В частности, доказана эффективность карбонатного выщелачивания для руд месторождения «Танзим», что обусловлено их минералогическими особенностями. Также анализируются вопросы переработки урансодержащих отходов хвостохранилища «Карта 1-9» в городе Бустон.

В третьей главе представлены результаты исследований по очистке урансодержащих вод с применением коагулянтов и разработке сорбентов из местного сырья для извлечения радионуклидов. Проведен анализ качества воды реки Зеравшан на территории Таджикистана.

Четвертая глава фокусируется на обсуждении и оценке радиоэкологической ситуации на территории Таджикистана, уделяя приоритетное внимание обстановке в районе урановых хвостохранилищ.

В пятой главе проведен общий анализ современных средств и факторов радонового мониторинга (источники, пути миграции, накопление в помещениях). Особое место занимает радоновый мониторинг территорий, прилегающих к хвостохранилищам. Представлены и сравнительно оценены результаты мониторинга изотопа цезия-137 в почвенном покрове различных регионов Таджикистана.

В шестой главе на основе всестороннего изучения радиоэкологической обстановки в различных регионах страны приведены результаты исследований и разработаны радиоэкологические карты Таджикистана.

Седьмая глава, как заключительный раздел подводит итоги работы, разъясняет важность полученных результатов, проводит их сопоставление с данными других исследований, формулирует выявленные ограничения и определяет перспективные направления для дальнейших научных изысканий.

Автореферат и диссертация оформлены согласно действующим нормативным и рекомендательным требованиям ВАК при Президенте Республики Таджикистан.

Соответствие научной квалификации соискателя для получения ученой степени. Научная квалификация соискателя Ахмедова Матина Зафарджоновича соответствует специальностям выполненной диссертационной работы. Соискатель защитил кандидатскую диссертацию по теме: «Физико-химические основы накопления радионуклидов в бассейне реки Сырдарьи Республики Таджикистан» по специальности 02.00.04 - Физическая химия. Имеет диплом Международного государственного экологического университета имени А.Д. Сахарова (г. Минск, Белоруссия) по специальности «Радиационная безопасность» а также выполнил свои научные работы по специальностям 05.17.01 – Технология неорганических веществ и 03.02.08 – Экология.

Диссертационное исследование соискателя решает две стратегически важные и актуальные проблемы для Республики Таджикистан: разработку эффективных технологических процессов для переработки урансодержащих материалов (включая техногенные отходы) и оценку/минимизацию радиационно-экологических рисков в зонах бывших урановых производств, также имеет высокую научную новизну, подтвержденную патентами, и практическую значимость, предоставляя готовые решения для экологической безопасности и экономической эффективности реабилитации территорий.

Независимо от достижений, успехов и целенаправленных предложений, данная работа имеет недостатки и ошибки. **Пожелания и замечания по диссертационной работе:**

1. В обзорных технологических схемах кислотной переработки урансодержащих отходов и сопутствующих материалов, как правило, не отражаются методы обращения и утилизации побочных отходов, образующихся в ходе переработки.
2. Представляется целесообразным выполнить технико-экономическую оценку рентабельности переработки отходов бывших урановых производств, а также проанализировать её экологическую значимость.
3. На странице 116 диссертационной работы в рисунке 2.14 представлена технологическая схема переработки урансодержащих отходов хвостохранилища «Карта 1–9». Однако в текстовой части отсутствует пояснение механизма воздействия водяного пара на стадии разложения пульпы.
4. В работе не приведены погрешности измеряемых величин. Поскольку содержание урана в пробах очень низкое и маловероятно, что используемые методы позволяют оценивать анализ веществ и степень извлечения с точностью до второго знака после запятой.

5. В диссертации приведены результаты радиационного мониторинга различных территорий районов Таджикистана, их радиационная ситуация и радиологическая карта. Было бы более наглядным, если бы автор провёл сравнительный анализ данных между районами в виде диаграмм.

Указанные замечания не снижают значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы. Взяв их во внимание, Ахмедов М.З. в дальнейшем повысит эффективность своих научных исследований в этих направлениях.

В целом по диссертационной работе Ахмедова Матина Зафарджоновича на тему: «Технологические процессы переработки урансодержащих материалов и радиационно-экологическая ситуация в Таджикистане», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальностям 05.17.00 – Химическая технология (05.17.01 – технология неорганических веществ) и 03.02.08 – Экология (03.02.08.04 – технические науки), можно сделать вывод, что работа выполнена на необходимом научном уровне и по содержанию соответствует существующим требованиям.

Данная работа является весьма актуальной, обладает чёткой структурой, материал подаётся автором в логической последовательности, продиктованной поставленной целью и раскрывающими её задачами. Диссертация содержит необходимое количество иллюстраций и фактов.

Диссертационная работа соответствует требованиям Положения о порядке присвоения учёных степеней и присуждения учёных званий ВАК Республики Таджикистан, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор – Ахмедов Матин Зафарджонович заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальностям 05.17.00 – Химическая технология (05.17.01 – технология неорганических веществ) и 03.02.08 – Экология (03.02.08.04 – технические науки).

Отзыв подготовлен в соответствии с пунктами 76-79 и 81 «Порядка присвоения учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Республики Таджикистана от 30 июня 2021 года, №267.

Отзыв обсуждён и единогласно одобрен на объединённом расширенном заседании кафедр «Технология химического производства» и «Безопасность жизнедеятельности и экология» (Протокол № 3 от «14» октябрь 2025 года).

На объединённом расширенном заседании кафедр присутствовали: 16 человек.

Результаты голосования: за - 16 чел., против - нет, воздержавшихся - нет.

Председатель объединённого
расширенного заседания кафедр
«Общая и неорганическая химия» и
«Безопасность жизнедеятельности и экология»
Таджикского технического университета
им. академика М.С. Осими, к.т.н., доцент Иброхимов С.Ж.

Эксперт: д.т.н., профессор кафедры
«Безопасность жизнедеятельности и экология»
Таджикского технического университета
им. академика М.С. Осими Гулахмадов Х.Ш.

Эксперт: д.т.н., доцент кафедры
«Технология химического производства»
Таджикского технического университета
им. академика М.С. Осими Гайбуллаева З.Х.

Секретарь заседания,
зав. каф. «общая и неорганическая химия»,
к.х.н., доцент Исломова М.С.

Адрес: 734042, Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. академиков Раджабовых 10, Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, химический факультет.
E-mail: info@ttu.tj Тел: +992 (372) 21-35-11;
E-mail: ttu@ttu.tj Факс: +992 (372) 23-02-46.

Подписи Председателя объединённого расширенного заседания кафедр «Технология химического производства» и «Безопасность жизнедеятельности и экология» Таджикского технического университета им. академика М.С. Осими, к.т.н., доц. Иброхимова С.Ж., экспертов - д.т.н., профессора Гулахмадова Хайдара Шарифовича, д.т.н., доц. Гайбуллаевой Зумрад Хабибовны и к.х.н., доц. Исломовой М.С. **заверяю:**

Начальник управления кадров и специальных работ Таджикского технического университета им. академика М.С. Осими _____ *Кодирзода Н.Х.*