«Утверждаю»

Ректор Горно-металлургического

института Таджикистана

_____ к.т.н., доцент,

Давлатзода Давлат Сангин

«__3__» ____09.____ 2026 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ТАДЖИКИСТАНА

по диссертационной работе Мамадова Икромжона Ахмадалиевича на тему: **«Оценка и прогноз состояния качества атмосферного воздуха города Худжанда»** на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.9. – Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (2.9.6. – Экология) в диссертационном совете 6D.KOA-091 при Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими.

Рассмотрев диссертационную работу Мамадова И.А. на тему «Оценка и прогноз состояния качества атмосферного воздуха города Худжанда», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9. – Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (2.9.6. – Экология), кафедра экологии Горно-металлургического института Таджикистана даёт следующее заключение:

Мамадов Икромжон Ахмадалиевич в 2001 году окончил Мастчинский сельскохозяйственный колледж по специальности «Юрист». После окончания колледжа поступил на факультет иностранных языков Худжандского государственного университета имени академика Бободжона Гафурова и успешно окончил обучение в 2006 году.

В 2026 году Мамадов И.А. окончил Горно-металлургический институт Таджикистана по специальности 330101-05 – инженерная защита окружающей среды.

С сентября 2005 года Мамадов И.А. начал трудовую деятельность в экологической организации «Молодежная группа по защите окружающей среды» в качестве тренера-мобилизатора. С 2009 по 2013 годы занимал должность менеджера программы «Снижение рисков стихийных бедствий и адаптация к изменению климата» и отвечал за реализацию проектов на территории Согдийской области. С 2013 по 2016 годы занимал должность заместителя директора ОО «Молодежная группа по защите окружающей среды», а 14 июня 2016 года был избран директором данной организации.

С 2005 года Мамадов И.А. регулярно проходил специализированные теоретические и практические учебные курсы и тренинги в рамках различных экологических программ в России, Венгрии, на Филиппинах, в Австрии, Швейцарии и странах Центральной Азии. За годы профессиональной деятельности он инициировал и успешно реализовал более 40 экологических проектов, связанных с вопросами изменения климата, качества атмосферного воздуха, снижения рисков стихийных бедствий, радиационной безопасности, разработки программ социально-экономического развития городов и районов Республики Таджикистан и интеграции принципов «зеленой экономики».

С 2016 года Мамадов И.А. является членом Общественного совета при Председателе Согдийской области. В 2018 году был признан одним из молодежных экологических лидеров Центральной Азии. С 2019 года занимается вопросами качества атмосферного воздуха и совместно с партнерами из стран Центральной Азии организовал региональную платформу «Качество Воздуха Центральной Азии» для обсуждения и поиска решений проблем, связанных с мониторингом и управлением качеством воздуха в регионе.

Приказом ректора Горно-металлургического института Таджикистана от 11 июня 2019 года № 454 Мамадов И.А. был принят в качестве соискателя кафедры экологии по специальности 03.02.08.04 – Экология (технические науки). Исследование выполнено под научным руководством доктора технических наук, профессора Азизова Рустама Очильдиевича. В актуальной редакции диссертация представлена под названием «Оценка и прогноз состояния качества атмосферного воздуха города Худжанда» по специальности

2.9. – Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (2.9.6. – Экология).

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор, академик Инженерной академии Республики Таджикистан Азизов Рустам Очильдиевич – заведующий отделом Центра инновационного развития науки и цифровых технологий НАНТ.

Эксперты:

- Разыков З.А. – доктор технических наук, профессор кафедры экологии Горно-металлургического института Таджикистана;

- Гуфронов М.С. – кандидат технических наук, доцент кафедры геоэкологии методики образования ГОУ «Худжандский Государственный Университет имени академика Бободжона Гафурова».

Оценка актуальности диссертационной работы. Диссертация посвящена оценке и прогнозу состояния качества атмосферного воздуха города Худжанда с учётом взаимодействия природно-климатических и антропогенных факторов. Актуальность исследования определяется ростом транспортной и промышленной нагрузки, изменчивостью климатических и метеорологических условий, рисками пылевого загрязнения и недостаточной пространственно-временной детализацией существующих наблюдений. Особую значимость имеет исследование мелкодисперсных частиц PM2,5, PM10 и PM1,0, влияния температурных инверсий, ветрового режима, бытового отопления, деятельности промышленных предприятий и транспорта на качество городской воздушной среды. Работа ориентирована на получение измеримых характеристик загрязнения, комплексную оценку источников и применение расчётных методов для предварительного прогнозирования.

Цель и задачи исследования. Научное обоснование комплексного подхода к мониторингу, оценке и прогнозированию качества атмосферного воздуха города Худжанда на основе многолетних измерений концентраций PM2,5, анализа природно-климатических и антропогенных факторов, статистической обработки данных и математического моделирования. Для достижения указанной цели исследованы метеорологические и

топографические условия; организован сенсорный мониторинг PM1,0, PM2,5 и PM10; изучены сезонные, суточные и межгодовые закономерности загрязнения; систематизированы основные стационарные, мобильные, площадные, бытовые и природные источники; адаптирован подход к расчётному моделированию рассеивания PM2,5 от стационарного источника; сформулированы научно-практические рекомендации по мониторингу, прогнозированию и снижению загрязнения.

Методы исследования. В работе применены инструментальные измерения взвешенных частиц с использованием оптических датчиков Plantower PMS5003 и регистрация температуры, относительной влажности и атмосферного давления датчиками BME280; методы анализа официальной статистической и экологической отчётности, в том числе сведений о стационарных выбросах; описательная статистика, корреляционный и регрессионный анализ, обработка временных рядов и сравнительная оценка источников загрязнения. Для анализа атмосферного рассеивания использован адаптированный математический подход с учётом параметров источника и метеорологических условий; предусмотрено сопоставление расчётных и наблюдаемых значений.

Информационная и экспериментальная база. Информационная база включает данные автоматизированных наблюдений за 2019–2023 годы (общий период сбора данных — с января 2019 года по март 2024 года), материалы метеорологических наблюдений, Программу социально-экономического развития города Худжанда на 2026–2030 годы, сведения о стационарных выбросах по форме 2-ТП (воздух), материалы нормативов предельно допустимых выбросов промышленных объектов и научную литературу. Для расчётного примера использованы документированные параметры организованного источника ООО «Джавони».

Научная новизна исследования:

1. Обоснован комплексный подход к оценке и прогнозу состояния качества атмосферного воздуха города Худжанда, объединяющий многолетние данные автоматизированного мониторинга мелкодисперсных частиц,

анализ природно-климатических и антропогенных факторов, сведения об основных источниках загрязнения и математическое моделирование рассеивания.

2. Установлены количественные зависимости между концентрациями PM2,5 и основными метеорологическими параметрами городской атмосферы, определяющими процессы накопления и рассеивания аэрозольного загрязнения в различные сезоны года.
3. Разработан и апробирован подход к комплексной оценке пространственно-временной изменчивости качества воздуха на основе интеграции данных автоматизированного мониторинга и метеорологических наблюдений с анализом функциональных зон и источников загрязнения г. Худжанда.
4. Адаптирован математический подход к моделированию распространения мелкодисперсных частиц применительно к природно-климатическим условиям г. Худжанда и сформирована схема его программной реализации для расчёта рассеивания PM2,5 от стационарного источника с использованием фактических параметров источника и метеорологических данных. Сопоставление расчётных и экспериментальных данных показало удовлетворительную степень согласованности результатов при величине расчётной погрешности 12–18 %.
5. Выполнена систематизация основных стационарных, мобильных, площадных, бытовых и природных источников загрязнения атмосферного воздуха города Худжанда и предложен подход к их сравнительной оценке с учётом данных о выбросах, пространственного размещения, результатов мониторинга и условий атмосферного рассеивания.
6. Предложена интегрированная схема мониторинга, оценки и прогнозирования качества воздуха г. Худжанда, основанная на объединении сенсорных измерений, метеорологических наблюдений, данных об источниках выбросов, статистической обработки и математического моделирования.

Основные результаты исследования. По данным мониторинга среднегодовая концентрация PM2,5 составила 53,5 мкг/м³ в 2019 году, 51,6

мкг/м³ — в 2020 году, 57,7 мкг/м³ — в 2021 году, 51,5 мкг/м³ — в 2022 году и 57,3 мкг/м³ — в 2023 году. Отмечены повышенные уровни загрязнения в холодный период года, а также зависимость концентраций от температуры, влажности и условий рассеивания. Для связи температуры с PM2,5 в диссертации приведён коэффициент детерминации $R^2 = 0,4195$, для влажности с PM2,5 — $R^2 = 0,2006$. В расчётном примере для источника ООО «Джавони» расхождения расчётных и контрольных значений составили 14,15–15,99 %, что соответствует указанному в работе диапазону 12–18 %.

Теоретическая значимость исследования. Исследование развивает научные представления о сезонной, суточной и межгодовой изменчивости концентраций мелкодисперсных частиц в условиях города Худжанда и о совместном влиянии метеорологических и антропогенных факторов на процессы накопления, переноса и рассеивания примесей. Обоснована целесообразность объединения непрерывных инструментальных наблюдений, информации об источниках выбросов, статистического анализа и расчётного моделирования для оценки и прогноза состояния воздушной среды.

Практическая ценность исследования. Создана и апробирована автоматизированная сеть мониторинга качества атмосферного воздуха на основе сенсоров Plantower PMS5003 и BME280 с регистрацией концентраций PM1,0, PM2,5, PM10, температуры, влажности и атмосферного давления. Сформирован информационный массив, включающий более 735 840 почасовых записей и 30 660 среднесуточных записей по показателям мониторинга за период сбора данных с января 2019 года по март 2024 года; основная аналитическая серия охватывает 2019–2023 годы. Полученная база использована для выявления временных закономерностей загрязнения, характеристики влияния метеорологических факторов и последующих расчётных оценок.

Комплексное использование мониторинга, сведений о стационарных и мобильных источниках загрязнения, нормативно-технических материалов по выбросам и математического моделирования позволяет обосновывать приоритетные зоны экологического контроля, оценивать потенциальный вклад

отдельных источников и разрабатывать прогнозные сценарии. Расчётная модель предназначена для предварительной пространственной оценки и не заменяет референтные инструментальные измерения. В качестве практического примера в диссертации выполнено моделирование рассеивания загрязняющих веществ от стационарного источника ООО «Джавони» на основе параметров проекта ПДВ.

Результаты могут применяться природоохранными и гидрометеорологическими службами, органами местного управления, научными и образовательными учреждениями при организации муниципального мониторинга, развитии цифровых платформ экологических наблюдений, картировании зон повышенного загрязнения, обосновании мер по снижению выбросов и подготовке аналитических материалов для принятия природоохранных решений.

Материалы исследования могут использоваться в образовательном процессе при подготовке специалистов по направлению инженерной защиты окружающей среды, а также при изучении дисциплин «Экология», «Безопасность жизнедеятельности», «Экологический мониторинг», «Охрана атмосферного воздуха» и «Моделирование экологических процессов».

Обоснованность и достоверность результатов. Достоверность результатов обосновывается использованием многолетнего массива автоматизированных наблюдений, повторяемостью выявленных сезонных закономерностей, применением статистических методов, официальных данных об источниках выбросов и сопоставлением расчётных оценок с данными мониторинга. При этом расчётные выводы интерпретируются в рамках возможностей применённых оптических сенсоров и адаптированной модели атмосферного рассеивания.

Личный вклад соискателя. Соискатель участвовал в постановке задач, организации автоматизированных наблюдений, обработке и статистическом анализе данных, исследовании влияния природно-климатических факторов, систематизации основных источников загрязнения, адаптации расчётного подхода и подготовке практических рекомендаций. Характер личного участия изложен в разделе «Личный вклад автора» диссертации.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертация выполнена по специальности 2.9. – Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (2.9.6. – Экология) и по тематике, методам и полученным результатам соответствует заявленному научному направлению.

Материалы исследования соотнесены с направлениями паспорта специальности, указанными в диссертации: п. 2.3 «Прикладная экология» (изучение антропогенного воздействия и разработка природоохранных мер); п. 3.2 (исследование загрязнения природной среды транспортными объектами); п. 4.6 (разработка методов прогнозирования и предупреждения загрязнения окружающей среды).

В рамках заявленной специальности работа охватывает мониторинг PM1,0, PM2,5 и PM10, анализ метеорологических факторов, оценку различных групп источников выбросов, исследование пространственно-временной изменчивости загрязнения атмосферного воздуха и адаптацию математических методов прогнозирования рассеивания мелкодисперсных частиц.

Публикация результатов диссертации. По данным представленного в диссертации списка, основные результаты отражены в 20 научных работах, в том числе в 7 статьях в рецензируемых научных изданиях, включённых в Перечень рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией при Президенте Республики Таджикистан, и 13 публикациях в материалах конференций и других научных изданиях. Библиографические сведения приведены ниже в соответствии со списком опубликованных работ актуальной редакции диссертации.

Основное содержание диссертации изложено в следующих публикациях:

Публикации в изданиях, включенных в Перечень рецензируемых научных журналов, рекомендуемых ВАК при Президенте Республики Таджикистан:

[1-А]. Мамадов И.А. Влияние антропогенных факторов на опустынивание земель / Р.О. Азизов, И.А. Мамадов // Научно-практический журнал «Водные ресурсы, энергетика и экология» Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана. – Душанбе, 2022. – Т. 2. – С. 100–106.

[2-А]. Мамадов И.А. Влияние температурной инверсии на уровень загрязнения атмосферного воздуха / И.А. Мамадов // Научно-технический и производственный журнал «Горный вестник Узбекистана». – 2023. – № 1/92. – DOI: 10.54073/GV.2022.1.92.025. – УДК 621.035. – С. 112–115.

[3-А]. Мамадов И.А. Применение автоматизированных систем мониторинга качества воздуха / Р.О. Азизов, И.А. Мамадов // Научно-практический журнал «Водные ресурсы, энергетика и экология» Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана. – Душанбе, 2024. – № 4 (1). – С. 182–189.

[4-А]. Мамадов И.А. Особенности управления развитием зеленой экономики: теоретические аспекты / К.О. Темиров, И.А. Мамадов // Вестник Таджикского государственного университета права, бизнеса и политики. Серия общественных наук. – 2025. – № 2 (103). – УДК 330. – DOI: 10.24412/3005-8023-2025-2-85-96. – С. 85–96.

[5-А]. Мамадов И.А. Качество воздуха как макроэкономический риск: оценки потерь и стратегия снижения ущерба в Республике Таджикистан / И.А. Мамадов // Наука и инновация. Серия геологических и технических наук. Таджикский национальный университет. – 2026. – № 2. – УДК 504.5:628.5:711.4. – С. 105–112. – ISSN 2664-1534.

[6-А]. Мамадов И.А. Математическое моделирование процесса загрязнения атмосферного воздуха / Р.О. Азизов, И.А. Мамадов // Политехнический вестник. Серия «Техника и общество». – 2026. – № 1 (13). – DOI: 10.65599/TS1285. – УДК 504.3.054:519.87. – С. 24–30.

[7-А]. Мамадов И.А. Правовые механизмы реализации Орхусской конвенции в системе экологического управления государств Центральной Азии по итогам Женевских совещаний 2025 года / И.А. Мамадов, Р.О. Азизов, К.О. Темиров, Х.Ф. Алимов, М.Б. Якубов // Государственное управление. Научно-политический журнал Академии государственного управления при Президенте Республики Таджикистан. – 2026. – № 4 (79). – УДК 349.6:341.24:342.7(575). – С. 58–72. – ISSN 2664-0651. – ISSN 2709-8567.

Публикации в материалах конференций и других научных изданиях:

[8-А]. Мамадов И.А. Развитие промышленности в контексте «зеленой экономики» / И.А. Мамадов // Маводҳои Форуми саноатӣ таҳти унвони «Қадамҳои устувор баҳри рушди саноати миллӣ», бахшида ба 15-умин солгарди таъсисёбии Донишкадаи кӯҳию металлургии Тоҷикистон, Бустон, 24 апреля 2021 г. – Бустон, 2021. – С. 209–211.

[9-А]. Мамадов И.А. Цифровизация как основа эколого-экономического развития / И.А. Мамадов // Проблемы становления цифровой металлургии и машиностроения в Республике Таджикистан : материалы Республиканской научно-практической конференции, посвященной Дню национального единства, Бустон, 24 июня 2021 г. – Бустон, 2021. – С. 93–96.

[10-А]. Мамадов И.А. Качество атмосферного воздуха как один из факторов изменения климата / Р.О. Азизов, И.А. Мамадов, Д.Д. Ходжибаев // Проблемы природопользования, устойчивого развития и техногенной безопасности регионов : материалы IX Международной научно-практической конференции, Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины, Днепр, 6–7 октября 2021 г. – Днепр, 2021. – С. 14–18.

[11-А]. Мамадов И.А. Влияние качества атмосферного воздуха на изменения климата региона / Р.О. Азизов, И.А. Мамадов, Д.Д. Ходжибаев // Современные инженерно-технические проблемы Таджикистана : материалы научно-практической конференции, посвященной 30-летию Государственной независимости Республики Таджикистан. – Душанбе : Инженерная академия РТ, 2021. – С. 15–20.

[12-А]. Мамадов И.А. Важность определения экономической ценности экосистем водно-болотных угодий в контексте управления водными ресурсами и адаптации к изменению климата / Р.О. Азизов, А.К. Абдувалиев, И.А. Мамадов, Г.Н. Каримов, С.З. Шарафутдиннов // Использование природных ресурсов, экология и устойчивое развитие : материалы международной научно-практической конференции в рамках Международного десятилетия действий «Вода для устойчивого развития» 2018–2028 гг., Бустон, 24 сентября 2022 г. – Бустон, 2022. – С. 74–81.

[13-А]. Мамадов И.А. Изменения климата как один из факторов возникновения пыльных бурь / Р.О. Азизов, И.А. Мамадов, А.К. Абдувалиев // Материалы Международной научно-практической конференции «Водная безопасность – основа устойчивого развития». Водные ресурсы, энергетика и экология. Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ. – Душанбе, 5–6 октября 2022 г. – № 2 (3). – С. 124–129. – ISSN 2789-0953.

[14-А]. Mamadov I. Pollution and risks in Pamiro-Tienshen burial grounds of uranium and obsolete pesticides / I. Hadjamberdiev, I. Domulajanov, I. Mamadov // RT&A. Reliability: Theory & Applications. – 2022. – Special Issue № 4 (70). – Vol. 17. – November 2022. – ISSN 1932-2321. – 4 p.

[15-А]. Мамадов И.А. Мониторинг качества подземных вод прилегающих территорий Дигмайского хвостохранилища / Д.Д. Ходжибаев, З.А. Разыков, И.А. Мамадов // Горный вестник Узбекистана. – 2024. – № 2 (97). – DOI: 10.54073/GV.2024.2.97.0. – С. 101–103. – ISSN 2181-7383.

[16-А]. Мамадов И.А. Влияние антропогенной деятельности на экосистему в контексте климатических изменений и устойчивого развития / Р.О. Азизов, И.А. Мамадов, Н. Васиредди // Последствия изменения климата и его влияние на производство и переработку сельскохозяйственной продукции: от науки к практике : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной объявлению 2025 года Международным годом ледников. – Худжанд, 2025. – С. 85–89.
[17-А]. Мамадов И.А. Роль международных и общественных институтов в продвижении национальной политики Республики Таджикистан по повышению экологической просвещенности населения в аспекте радиационной безопасности / З.А. Разыков, И.А. Мамадов, И.Х. Закиров // Инновационные технологии добычи и переработки полезных ископаемых-II : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной объявлению 2022–2026 годов «Годами развития промышленности» и 2020–2040 годов – «Двадцатилетием изучения и развития естественных, точных наук и математики в сфере науки и образования», Бустон, 16 мая 2025 г. – Бустон, 2025. – С. 50–53.
[18-А]. Мамадов И.А. Экологическое образование и молодежные инициативы как инструмент сохранения биоразнообразия: опыт эко-клуба ГМИТ и YGPE / Д.Д. Ходжибаев, З.А. Разыков, М.Э. Назарова, И.А. Мамадов // Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы сохранения биоразнообразия Центральной Азии», Алматы, Казахстан, 6–8 ноября 2025 г. – Алматы : КазНУ им. аль-Фараби, 2025. – ISBN 978-601-311-462-0. – 6 с.
[19-A]. Mamadov I. Imagine Two Scenarios: The Urgent Need for Equitable, Accessible Air Quality Data Management / Kh. Alimov, G.B. Baterina, R. Biggs, C. Bontia, S. Carbone, J. DeWinter, S. Diez, S. Elkotbeid, D. Espita-Casanova, E. Friedman, E. Gayle Tamayo, Ch. Hagerbaumer, I. Mamadov, B. Martinez, G. Opondo, N. Pavlovic, M. Tejada // Environment: Science and Policy for Sustainable Development. – 2026. – Vol. 68. – № 1. – DOI: 10.1080/00139157.2025.2575745. – ISSN 0013-9157. – P. 8–13. – ISSN 1939-9154.
[20-А]. Мамадов И.А. Климат Центральной Азии: пыль, жара и цена бездействия / Чанг, жазирама ва бепарволик окибати / И.А. Мамадов // Социально-политический, научно-культурный журнал «Ватан». – 2024. – № 4 (8). – С. 40–45. – ISSN 3030-3583.

В ходе обсуждения диссертационной работы членами расширенного заседания было отмечено, что утверждённая тема кандидатской диссертации Мамадова И.А. «Оценка и прогноз состояния качества атмосферного воздуха города Худжанда» соответствует научному содержанию, цели, задачам и основным результатам проведённого исследования. Представленная работа является завершённым научно-квалификационным исследованием, обладает научной новизной, теоретической и практической значимостью и соответствует паспорту специальности 2.9. – Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (2.9.6. – Экология).

По итогам заседания принято следующее решение: диссертационная работа Мамадова И.А. на тему «Оценка и прогноз состояния качества атмосферного воздуха города Худжанда» соответствует требованиям Порядка присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Республики Таджикистан от 28 августа 2026 года № 591, и рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9. – Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (2.9.6. – Экология) в диссертационном совете 6D.KOA-091 при Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими.

Заключение принято на расширенном заседании кафедры экологии Горно-металлургического института Таджикистана.

Присутствовало на заседании 26 человек. Результаты голосования: «за» – 26, «против» – 0, «воздержавшихся» – 0, протокол № 1 от 29 августа 2026 г.

Председатель расширенного заседания,
д.х.н., профессор Юнусов М.М.

Секретарь расширенного заседания Назарова М.Э.

Подпись д.х.н. Юнусова М.М., Назаровой М.Э. ***заверяю:***
Начальник управления кадров и спецработ
Горно-металлургического
института Таджикистана Муминова Д.М.