

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**Заключение диссертационного совета Д ПНИПУ.05.12  
по диссертации Загороднова Сергея Юрьевича  
на соискание учёной степени  
кандидата технических наук**

Диссертация «Совершенствование мониторинга, контроля и нормирования промышленных пылевых выбросов на базе геоэкологического картирования и ситуационного моделирования» по специальности 1.6.21. Геоэкология принята к защите 11.10.2023 г. (протокол заседания № 17) диссертационным советом Д ПНИПУ.05.12, созданным по приказу ректора Пермского национального исследовательского политехнического университета от 27 января 2022 г. № 5-О в рамках реализации предоставленных ПНИПУ прав, предусмотренных абзацами вторым – четвертым пункта 3.1 статьи 4 Федерального закона от 23 августа 1996 г. N 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» на основании распоряжения Правительства Российской Федерации от 23 августа 2017 г. N 1792-р.

Диссертация выполнена в Федеральном бюджетном учреждении науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

**Научный руководитель** – доктор биологических наук, профессор Май Ирина Владиславовна, заместитель директора по научной работе Федерального бюджетного учреждения науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

**Официальные оппоненты:**

Рапута Владимир Федотович, доктор физико-математических наук (05.13.18. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), главный научный сотрудник лаборатории

математического моделирования процессов в атмосфере и гидросфере Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук;

Костылева Наталья Валерьевна, кандидат технических наук (11.00.11. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов), начальник отдела прикладной экологии Федерального государственного бюджетного учреждения «Уральский государственный научно-исследовательский институт региональных экологических проблем»;

*дали положительные отзывы о диссертации.*

**Ведущая организация** – Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан (обособленного подразделения ГНБУ «Академия наук Республики Татарстан») г. Казань. Отзыв ведущей организации утвержден Шагидуллинским Рифгатом Роальдовичем, доктором химических наук, директором, обсуждён и одобрен на заседании лаборатории прикладной экологии Института проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан (протокол № 4 от 22.11.2023 г.), подписан Шагидуллинским Артур Рифгатович, доктором технических наук, старшим научным сотрудником лаборатории прикладной экологии и Шагидуллинским Рифгатом Роальдовичем доктором химических наук, заведующим лаборатории прикладной экологии. В отзыве указано, что диссертация является самостоятельной завершённой научно-квалификационной работой, которая содержит решение важных и актуальных задач в области инвентаризации, мониторинга и нормирования многокомпонентных и полидисперсных твердых промышленных выбросов с научным обоснованием способов и применением современных инструментов геоэкологического картирования и ситуационного моделирования. По своей научной новизне, актуальности, высокому методическому уровню, теоретической и практической ценности диссертационная работа отвечает всем требованиям и критериям, а её автор Загороднов Сергей Юрьевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.6.2. Геоэкология.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован их научными достижениями в области повышения эффективности регулирования антропогенных промышленных выбросов, которые по предметной области соответствуют направлению диссертационного исследования соискателя; наличием достаточной квалификации для оценки научной и практической значимости, обоснованности и

достоверности полученных выводов.

По теме диссертации соискателем опубликовано 24 научных работы, в том числе 18 статьи в журналах, индексируемых в международных реферативных базах Web of Science, Scopus, GeoRef, Chemical Abstracts, в том числе 13 – в рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень, рекомендованных ВАК при Минобрнауки РФ, зарегистрировано 2 свидетельства о государственной регистрации баз данных, 2 статьи в прочих изданиях. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем научных трудах.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Kokoulin A.N., May I.V., Zagorodnov S.Yu., Yuzhakov A.A. On new methods for measuring and identifying dust microparticles in ambient air / Health Risk Analysis. 2023. no. 1, pp. 36–45. DOI: 10.21668/health.risk/2023.1.04.eng (Scopus).

*Представлены результаты нейросетевого распознавания качественного и количественного состава пылевых частиц в атмосферном воздухе с применением элементов компьютерного зрения, библиотеки атрибутированных микрофотографий пылей.*

2. Май И.В., Загороднов С.Ю. Идентификация компонентного состава пылевых выбросов как инструмент оптимизации мониторинга и управления качеством атмосферного воздуха/ Экология и промышленность России. 2022. Т. 26. № 8. С. 42-47 (Scopus, GeoRef, ВАК).

*Выполнено обоснование вклада хозяйствующих субъектов в загрязнение атмосферы твердыми частицами на основе новых подходов – построения компонентных профилей пылевых выбросов.*

3. Май И.В., Загороднов С.Ю. Экологическое нормирование пылевых промышленных выбросов: проблемы и пути решения/ Экология и промышленность России. 2021. Т. 25. № 7. С. 42-47 (Scopus, GeoRef, ВАК).

*Представлены результаты исследований уровней загрязнения атмосферного воздуха твердыми частицами при различных подходах к учету пылей и анализу достаточности нормативов выбросов. Обоснована необходимость пересмотра действующих подходов нормирования эмиссии твердых компонентов, в том числе расширения перечня веществ (твердого агрегатного состояния) подлежащего государственному регулированию.*

4. Май И.В., Загороднов С.Ю. Методические подходы к установлению компонентного профиля пылевых выбросов предприятия/ Экология и промышленность России. 2020. Т. 24. № 12. С. 39-45 (Scopus, GeoRef, ВАК).

*Предложены методические подходы к построению компонентного*

*профиля пылевых смесей на основе химического анализа твердых выбросов и описания морфологии частиц. Приведены примеры устойчивых по компонентному составу и структуре образцы пылей, которые могут рассматриваться как "профили" выбросов конкретных источников. Описан опыт использования профиля выброса для оценки долевого вклада источников предприятия в загрязнение атмосферного воздуха на контрольной территории.*

5. Загороднов С.Ю., Май И.В., Кокоулина А.А. Мелкодисперсные частицы (PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub>) в атмосферном воздухе крупного промышленного региона: проблемы мониторинга и нормирования в составе производственных выбросов/Гигиена и санитария. 2019. Т. 98. № 2. С. 142-147 (Scopus, Chemical Abstracts).

*Представлены результаты дисперсного состава твердых выбросов промышленных предприятий различных отраслей промышленности, выделено доленое содержание нормируемых фракций PM<sub>10</sub> и PM<sub>2.5</sub> в составе пылевой компоненты. С использованием полученных результатов выполнено обоснование необходимости обязательного включения в систему нормирования частиц PM<sub>10</sub> и PM<sub>2.5</sub>.*

Свидетельства о регистрации баз данных

6. Май И.В., Клейн С.В., Вековщина С.А., Загороднов С.Ю., Кокоулина А.А., Попова Е.В., Ситчихина Л.А., Никифорова Н.В., Волкова М.В. Пыли промышленных производств. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2016620004, 11.01.2016. Заявка № 2015621372 от 06.11.2015.

7. Зайцева Н.В., Май И.В., Клейн С.В., Балашов С.Ю., Загороднов С.Ю., Вековщина С.А., Попова Е.В., Андришунас А.М., Ситчихина Л.А. Расчетный уровень пылевого воздействия стационарных источников выбросов в точках жилой застройки крупного промышленного центра. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2021622129, 12.10.2021. Заявка № 2021622022 от 05.10.2021.

На диссертацию и автореферат поступило 6 отзывов, все отзывы положительные: **Фалова Оксана Евгеньевна** кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой «Промышленная экология и техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»; **Сапронова Жанна Ануаровна** доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой промышленной экологии ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»; **Лагутина Наталья Владимировна** кандидат технических наук, доцент кафедры экологии Института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; **Левин Лев Юрьевич**, доктор технических наук, заместитель директора, **Исаевич Александр Геннадьевич** доктор технических наук, ведущий научный сотрудник «Горного института Уральского отделения Российской академии наук» - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук; **Кычкин Алексей Владимирович** кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий в бизнесе, руководитель проекта при исследовательском центре в сфере искусственного интеллекта Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»; **Политаева Наталья Анатольевна**, доктор технических наук, профессор; профессор Высшей школы гидротехнического и энергетического строительства ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого».

В отзывах дана высокая оценка научного уровня диссертации Загороднова Сергея Юрьевича, её теоретической и практической значимости. Отмечено, что диссертационная работа полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 1.6.21. Геоэкология, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

**Диссертационный совет отмечает**, что на основании выполненных соискателем исследований:

**доказано**, что декомпозиция пылевых промышленных выбросов по критериям дисперсности и химического состава является основой адекватной оценки экологической ситуации в зонах влияния источников выбросов;

**разработан** инновационный способ качественного и количественного определения пылевых частиц в атмосферном воздухе с применением элементов компьютерного зрения, библиотеки атрибутированных микрофотографий пылей и метода нейронных сетей;

**предложена** методика оценки вклада хозяйствующих субъектов в загрязнение атмосферы твердыми частицами на основе новых подходов – построения компонентных профилей пылевых выбросов.

**обоснован** алгоритм выбора точек и формирования программ мониторинга загрязнения атмосферного воздуха твердыми веществами, обеспечивающий оптимизацию системы наблюдений по критериям специфики структуры и интенсивности загрязнения и риска для здоровья населения.

**Теоретическая значимость исследования** обоснована тем, что:

**использованы** современные лабораторные методы анализа, позволяющие получить достоверные данные химического состава, выделить доленое содержание мелкодисперсных фракций РМ10 и РМ2.5 и установить морфологические особенности пылевых промышленных выбросов;

**получены новые данные** (дисперсный состав, количественное содержание химических компонентов, морфологические особенности), которые расширяют базу знаний о свойствах производственной пыли;

**разработан** новый метод качественного и количественного определения состава пылей с применением нейронных сетей и компьютерного зрения;

**обоснован** алгоритм построения профиля пылевого выброса как инструмент доказательной оценки вкладов объектов в загрязнение атмосферы и обоснования программ мониторинга, контроля и нормирования выбросов;

**доказана** значимость установления химического и фракционного состава выбросов для корректной оценки опасности (безопасности) экологической ситуации;

**предложены и апробированы** подходы к организации экологического мониторинга и нормирования пылевых выбросов предприятий.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что:

**установленный** дисперсный и компонентный состав пылевых выбросов для 75 типовых операций (источников выделения) предприятий различных отраслей промышленности (черная и цветная металлургия, машиностроительная, горнодобывающая) является унифицированным и может применяться.

Результаты проведенных исследований **внедрены** на Акционерном обществе «Пермский завод «Машиностроитель» (г. Пермь) в качестве исходных данных при разработке природоохранной проектной документации; на Акционерном обществе «Чусовской металлургический завод» (г. Чусовой) при разработке нормативов ПДВ (НДВ), обосновании достаточности границ санитарно-защитной зоны и формировании программы контроля качества атмосферного воздуха в зоне влияния предприятия;

**определены** перспективы практического использования предложенных подходов и разработанных методов нормирования,

контроля и мониторинга твердых промышленных выбросов, заключающихся в снижении негативного воздействия на объекты окружающей среды;

**представленные** результаты могут быть использованы промышленными предприятиями; организациями, уполномоченными координировать нормативное регулирование нормирования промышленных выбросов в части уточнения расчетной оценки антропогенного воздействия; научными организациями экологического и гигиенического профиля; учреждениями высшего профессионального образования.

**Оценка достоверности результатов исследования** выявила:

**экспериментальные работы** проводились в лабораторных условиях с применением современных общепринятых стандартных методов исследования и аттестованных приборов, позволивших получить точные и воспроизводимые данные. Расчетная оценка воздействий промышленных объектов, геоэкологическое картирование, оценка ситуации проведены с использованием лицензионного программного обеспечения;

**теория** согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации и построена на известных, проверяемых фактах повышенного антропогенного воздействия пылевых выбросов на атмосферный воздух, накопленных данных о негативных последствиях пылей на здоровье человека, существующих недостатках системы нормирования, кодирования и учета твердых компонентов выбросов;

**идея базируется** на детальном и углубленном изучении компонентного и дисперсного состава пылевых промышленных выбросов и обоснованию надежных инструментов контроля, мониторинга и экологического нормирования твердых веществ;

**установлено**, что результаты, полученные автором, не противоречат данным, представленным в современной научной литературе по тематике исследования.

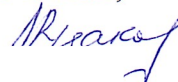
**Личный вклад соискателя** состоит в анализе литературных данных, в разработке дизайна экспериментальных исследований, в проведении лабораторных исследований, обработке полученных результатов и формировании профилей пылевых выбросов исследованных источников, проведении расчетов рассеивания, картировании результатов, атрибутировании микрофотографий, систематизации и обработке полученных результатов, формулировке основных положений выносимых на защиту, определяющих научную новизну и практическую значимость работы, в формулировке выводов и подготовке публикаций по

хозяйственной деятельности для природных комплексов и их отдельных компонентов. Современные методы геоэкологического картирования, ГИС-технологии и информационные системы в геоэкологии.

На заседании 14 декабря 2023 г. диссертационный совет Д ПНИПУ.05.12 принял решение присудить Загороднову Сергею Юрьевичу учёную степень кандидата технических наук (протокол № 20 от 14 декабря 2023 г.).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 6 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовал: за присуждение учёной степени – 17, против присуждения учёной степени нет.

Председатель диссертационного совета Д ПНИПУ.05.12,  
доктор технических наук, профессор



Рудакова Л.В.

Учёный секретарь диссертационного совета Д ПНИПУ.05.12,  
кандидат технических наук, доцент

5.12,



Калинина Е.В.

« 18 » декабря 2023 г.

