

В диссертационный совет 24.2.307.02  
ФГБОУ ВО «Иркутский национальный  
исследовательский технический  
университет»  
664704, г. Иркутск,  
ул. Лермонтова, 83

**ОТЗЫВ** официального оппонента Тунаковой Юлии Алексеевны  
на диссертационную работу Александровой Ангелины Юрьевны на тему:  
**«Оценка и управление геоэкологическими рисками, создаваемыми  
наноразмерными частицами каменной пыли»**, представленной на  
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
1.6.21 «Геоэкология»

#### **Общие сведения о диссертации.**

Тема диссертационной работы Александровой Ангелины Юрьевны «Оценка и управление геоэкологическими рисками, создаваемыми наноразмерными частицами каменной пыли» посвящена решению задач, связанных с анализом дисперсного и химического состава каменной пыли, возникающей в процессе добычи и обработки облицовочных и поделочных камней. Исследуется корреляция между размером частиц каменной пыли и ее воздействием на окружающую среду, разрабатываются специальные методы экологического контроля качества компонентов окружающей среды, а также мероприятия по охране природы, направленные на уменьшение техногенного влияния каменной пыли на экологию.

#### **Актуальность темы.**

Горнодобывающие предприятия оказывают существенное негативное воздействие на окружающую среду. Основным источником загрязнения атмосферного воздуха на горнодобывающих предприятиях, занимающихся добычей и обработкой облицовочных и поделочных камней, является производственная каменная пыль, образующаяся из горных пород. Наибольшую опасность вызывают не только мелкодисперсная пыль дисперсностью менее 10 и 2,5 мкм, но и наноразмерные частицы представляющую особую опасность для здоровья человека.

В настоящее время вопросы, связанные с пылевой нагрузкой, являются актуальными, и существующие технологии по ее снижению реализуются недостаточно эффективно, так как пылевые выбросы и их концентрация в воздухе продолжают расти. Актуальность темы данного научного

исследования обосновывается также тем, что результаты, полученные в процессе данного исследования, могут быть применены для разработки и реализации мероприятий, направленных на улучшение экологической ситуации в регионах, где осуществляется добыча и обработка облицовочных и поделочных камней. Кроме того, они могут способствовать созданию более эффективных и экологически безопасных технологий в этой сфере.

#### **Обоснованность и достижимость цели и задач исследования.**

В диссертационном исследовании определены несколько задач, решение которых позволит достичь **основной цели** - разработки методики оценки геоэкологических рисков, учитывающей дисперсность, фракционный и химический состав, а также формы частиц производственной каменной пыли. Это, в свою очередь, позволит организовать эффективный экологический контроль за процессами добычи и обработки облицовочных и поделочных камней.

При выполнении исследований автор поставила и решила следующие задачи: исследовала дисперсионный и химический состав каменной пыли, формирующейся в процессе добычи и обработки облицовочных и поделочных камней. Выявила связи между размером частиц каменной пыли и её влиянием на окружающую среду, основываясь на данных экологических изысканий. Разработала специализированные методы экологического мониторинга качества объектов окружающей среды, исходя из систематического анализа содержания каменной пыли и её компонентов на территориях горнодобывающих и перерабатывающих предприятий. Разработала природоохранные мероприятия и выработала рекомендации, основанные на результатах комплексных исследований и проведенного экологического мониторинга, направленных на снижение техногенного влияния каменной пыли на окружающую среду.

Сформулированные задачи адекватно отражают содержание исследования и направлены на достижение поставленной цели.

Личный вклад соискателя в решение поставленных задач достаточно четко прослеживается в публикациях по теме исследования.

#### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.**

Выдвинутые автором научные положения и выводы обоснованы использованием известных научных положений геоэкологии, методов масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, методов математического моделирования, теории случайных процессов.

Научную новизну и практический интерес представляют полученные автором корреляции между размером частиц каменной пыли и её

воздействием на окружающую среду, основанных на данных экологических исследований. Также установлено, что в среднем доля наноразмерных фракций в производственной пыли, образующейся при добыче и обработке облицовочных и поделочных камней, варьируется от 1,6 до 2,1 % от общей массы частиц, в зависимости от характеристик материала и методов его обработки.

Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается корректным использованием перечисленных выше теорий, методов математического моделирования и математической статистики, современных пакетов прикладных программ, применением в исследованиях апробированных и стандартизованных методов теоретических и экспериментальных исследований, корректным применением методик измерения физических величин и методов статистического анализа, данными экспериментальной проверки полученных закономерностей.

Общие выводы по работе и выводы по главам представляют собой структурированные результаты исследования. Анализ выводов по главам и общего заключения по работе позволяет утверждать, что **поставленные задачи решены, цель исследования достигнута.**

Результаты диссертации отражены автором в 14-ти научных работах, в том числе 3 – в изданиях, входящих в Перечень рецензируемых журналов ВАК Российской Федерации, 3 – в изданиях, входящих в Международные реферативные базы данных и системы цитирования Scopus и WoS, 8 – в прочих изданиях.

#### **Основные результаты, обладающие признаками научной новизны:**

1. Установлено, что в среднем доля наноразмерных фракций в производственной пыли, образующейся в процессе добычи и обработки облицовочных и поделочных камней колеблется в диапазоне от 1,6 до 2,1 % от общей образующейся массы частиц в зависимости от природы материала и способа его обработки.

2. Выявлены аналитические зависимости между уровнем загрязнения пыли, образующейся при добыче и обработке облицовочных и поделочных камней, тяжелыми металлами и её фракционным составом. Содержание тяжелых металлов в частицах нано-размеров выше в 1,1-3,2 раза, чем в частицах микро-размеров. Установлен геохимический ряд распределения тяжелых металлов в пыли гранитов, мигматитов Ангасольского месторождения Слюдянского района Иркутской области.

3. Разработан алгоритм и математическая модель учета содержания наночастиц пыли с применением метода нечеткой логики для создания

автоматизированной системы контроля атмосферного воздуха и прогнозирования геоэкологических рисков.

**Теоретическая и практическая значимость** исследования Александровой А.Ю. подтверждается тем, что результаты её исследования приняты в работу реальными экспертными организациями. Она заключается в создании новых знаний о дисперсном и компонентном составе промышленной пыли, которая образуется в процессе добычи и обработки облицовочных и поделочных камней. Также работа подчеркивает необходимость учета наноразмерной пыли при организации экологического мониторинга и осуществлении нормирования выбросов, а также разработке автоматизированной системы контроля содержания пыли в воздухе рабочих зон.

#### **Оценка содержания диссертации и её завершенности.**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, общих выводов, заключения и библиографического списка из 132 наименований. Работа изложена на 141 странице машинописного текста, содержит 23 таблицы, 37 рисунков, 6 приложений.

Во введении обоснована значимость диссертационного исследования, сформулированы его цель и задачи, описаны используемые методы, а также указана практическая ценность работы и представлены ключевые результаты, которые будут вынесены на защиту.

В первой главе проведен анализ современного состояния проблем обеспечения геоэкологической безопасности горных карьеров облицовочных и поделочных камней. Проведен обзор научной литературы и результатов исследований, которые позволили определить направления горного производства, требующие пристального внимания при разработке мероприятий по снижению негативного влияния на окружающую среду. В первой главе обосновано, что предприятия по добыче и обработке облицовочных и поделочных камней являются источником негативного воздействия на окружающую среду и характеризуются высоким уровнем геоэкологических рисков, проявляющихся в виде воздействия на земельные ресурсы, недра и почвы, на атмосферный воздух, подземные и поверхностные воды, растительный и животный мир.

Во второй главе обоснован выбор объектов диссертационного исследования. В качестве изучаемых объектов были определены пять месторождений облицовочных и поделочных камней: Ангасольское месторождение гранита и мигматита, месторождение «Перевал» мраморизованного известняка, Алзагайское месторождение офиокальцита,

участок «Старый» месторождения «Сиреневый камень» по добыче чароита, Оспинское месторождение нефрита с проявлениями серпентинита.

Третья глава раскрывает основные положения диссертации и устанавливает наличие частиц наноразмеров в пылевых фракциях горных пород гранита, мигматита, мраморизованного известняка, офиокальцита, нефрита, серпентинита, чароита, содержание которых составляет от 1,6 до 2,1 % от общего объема пыли, образующейся на карьерах. Возможность разделения пылевидной фракции перечисленных горных пород показана с помощью метода мембранной фильтрации. Проведена оценка экологического риска влияния производственной каменной пыли на компоненты окружающей среды, которая подтвердила обоснованность детального исследования производственной каменной пыли облицовочных и поделочных камней (гранита, мигматита, мраморизованного известняка, офиокальцита, нефрита, серпентинита, чароита).

Четвертая глава посвящена изучению системы мониторинга выбросов каменной пыли на предприятиях, занимающихся добычей и обработкой облицовочных и поделочных камней, основанная на таблице нормирования размеров наночастиц разных типов неорганической пыли и взвешенных частиц. На основе полученных лабораторных данных разработана модель нечеткой логики для прогнозирования экологических рисков, зависящих от лабораторных показателей измерения каменной пыли. Также разработаны алгоритм и математическая модель с использованием методов нечеткой логики и форсайт для управления геоэкологическими рисками в сфере добычи и обработки облицовочных и поделочных камней.

Заключение, представленное в конце работы, в полной мере отражает результаты проведенных исследований. Приложения к диссертации содержат необходимые дополнительные сведения и документы. Оформление автореферата соответствует требованиям ВАК Минобрнауки России, а его содержание в полной мере отражает содержание и основные положения диссертации.

В целом, представленная работа свидетельствует о высокой квалификации диссертанта как научного работника. Работа хорошо оформлена, в полной мере снабжена иллюстративным материалом, изложена логически последовательно, грамотно. Хорошо обоснована актуальность темы диссертационного исследования, представлен анализ отечественной и зарубежной научной литературы по изучаемой научной проблеме. Из актуальности логически вытекает цель исследования, грамотно поставлены задачи для ее достижения. Основные положения, выводы и заключения, сформулированные диссертантом, научно обоснованы и аргументированы.

Выводы сделаны автором на основе многочисленных экспериментов, с использованием обширного перечня методов исследования. Однако следует отметить некоторые **вопросы и пожелания**:

1. В главе 3 автор проводит оценку экологического риска при загрязнении атмосферы каменной пылью, используя не традиционные вероятностные подходы. Так, автор применяет для оценки рассеяния уравнение диффузии, используя ряд условностей, например, неизменность объема и отсутствие учета горизонтального переноса пыли во времени, используя лишь изменчивость ее массы в виде вертикального осаждения, а также ряда других упрощающих предпосылок. Предлагаемая автором модель применима для сравнительных оценок в максимально одинаковых условиях (статичная атмосфера, влажность, температура, отсутствие осадков, туманов и т.д.) и предложенный показатель является скорее одним из показателей риска, но не его выражением.

2. В работе проводится оценка экологического риска и оценка риска здоровью. Можно пожелать автору, в дальнейшем использовать многомерный подход к оценке экологического риска, который учитывает не только вероятность возникновения всех факторов риска, но и все его возможные последствия.

3. В главе 3 приводятся результаты комплексного анализа осажденных частиц из каждой фракции, проведенного после многоступенчатой мембранной фильтрации, который позволил получить обширную информацию о размерах наночастиц в каменной пыли исследуемых месторождений. Получена ли такая же информация о частицах микроразмеров?

4. В разделе 3.2. целесообразно было бы более детально обосновать выбор типов мембранных фильтров, используемых при мембранной фильтрации.

5. В работе автор анализирует предприятия в Иркутской области, республике Бурятия и республике Саха Якутия, Справедливы ли полученные результаты для использования на аналогичных месторождениях в других областях и регионах России?

6. Автором при описании исследуемых образцов – каменной пыли гранита, мигматита, мраморизованного известняка, нефрита, чароита, офиокальцита, серпентинита – автор ограничилась описанием только условиями мест отбора проб для исследований. Хотелось бы иметь больше информации и о других характеристиках данного отобранного сырья исследуемых предприятий (плотность, твердость и др.)

7. В работе решается важная научная проблема по разработке и исследованию методов определения фракционного состава выбрасываемой пыли на предприятиях по добыче и переработке облицовочных и поделочных камней. Но, в основном рассмотрены только вопросы обнаружения частиц наноразмеров, тогда как частицы микроразмеров также оказывают существенное влияние на окружающую среду и здоровье человека при поступлении в составе выбросов. Поэтому в методологических основах необходимо было бы рассмотреть и проанализировать отдельно влияние микрочастиц.

Несмотря на высказанные замечания и пожелания существенных недостатков у оппонируемой работы не выявлено и указанные замечания никак не умаляют значимость проделанной работы и не изменяют ее общую положительную оценку. Актуальность работы, ее научная новизна, а также практическая и теоретическая значимость полученных результатов не подлежат сомнению.

#### **Соответствие паспорту научной специальности.**

Основные положения выполненных исследований соответствуют паспорту специальности 1.6.21 – «Геоэкология», в частности, областям исследования: п. 14, п. 24. Полученные результаты достаточно полно представлены в опубликованных научных трудах автора.

#### **Заключение о соответствии диссертации.**

Диссертация Александровой Ангелины Юрьевны «Оценка и управление геоэкологическими рисками, создаваемыми наноразмерными частицами каменной пыли», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21 «Геоэкология» является самостоятельной завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи в области геоэкологии. Исследования, проведенные автором, обладают научной новизной и практической ценностью.

Содержание исследования в значительной степени представлено в рецензируемых научных изданиях, в том числе в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Автореферат четко и точно передает основные аспекты диссертации и научные положения, представленные на защиту. Стиль изложения способствует лучшему пониманию работы и позволяет адекватно оценить личный вклад автора в достигнутые результаты исследования.

С учетом важности материалов диссертации для науки и практики, актуальности рассматриваемой темы, индивидуального вклада соискателя, а

также уровня обсуждения результатов в научных публикациях и на конференциях, можно признать диссертационную работу Александровой Ангелины Юрьевны «Оценка и управление геоэкологическими рисками, создаваемыми наноразмерными частицами каменной пыли», соответствующей по своему содержанию, объему, актуальности, научной и практической значимости, требованиям ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям и определенным пунктами 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. за № 842 с всеми изменениями и дополнениями. Её автор АЛЕКСАНДРОВА Ангелина Юрьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21 «Геоэкология».

Официальный оппонент, доктор химических наук по специальности 03.00.16. Экология, профессор, Заведующая кафедрой общей химии и экологии ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»



Тунакова  
Юлия Алексеевна

420111 г. Казань, ул. К. Маркса, 10  
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ  
E-mail: kai@kai.ru  
Телефон: +7 (843) 231-02-01

Я, Тунакова Юлия Алексеевна, автор отзыва, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

15 февраля 2025 г.



Ю.А. Тунакова

Подпись Тунаковой Юлии Алексеевны заверяю.

Подпись \_\_\_\_\_  
заверяю. Начальник управления  
делопроизводства и контроля

