

## ОТЗЫВ

официального оппонента Удачина Валерия Николаевича на диссертационную работу Рахматова Мухамади Нуридиновича «Исследование элементного состава аэрозоля и почв Северного Таджикистана», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

### *Актуальность избранной темы исследования*

Диссертационная работа М. Н. Рахматова посвящена изучению состава дисперсных систем (атмосферного аэрозоля и почв) Северного Таджикистана и определению содержаний тяжелых металлов (ТМ), относящихся к I-III классам опасности, позволяющих оценить антропогенные воздействия на окружающую среду и представляющих опасность для здоровья и хозяйственной деятельности человека, а также оценить особенности воздушного переноса веществ на изучаемую территорию. Актуальность работы обусловлена тем, что исследование элементного состава атмосферного аэрозоля (АА) и почв тесно связано с выявлением других сложных природных и природно-техногенных факторов (выветривание, орографическая структура местности, наличие промышленных источников загрязнений, крупных хвостохранилищ, полигонов потенциально токсичных отходов горнорудных предприятий, сельскохозяйственная деятельность), которые влияют на экологическое состояние местности, в частности Согдийской области.

Целью диссертационной работы Рахматова М.Н. заявлено исследование содержание тяжелых металлов в атмосферном аэрозоле и почвах Северного Таджикистана. Полученные данные предназначены для изучения миграции аэрозольных частиц, содержащие тяжелые металлы, в атмосфере и почве, а также для выявления источников аэрозолей и оценки уровня загрязнения окружающей среды.

Главным предметом исследования диссертанта в его работе является элементный состав проб атмосферного аэрозоля и почв, отобранных на территории Согдийской области в период с 2013 по 2019 гг. Всего проанализировано 248 проб (104 пробы аэрозоля и 144 пробы почв), что представляется достаточным для фактического материала.

**Оценка содержания диссертационной работы.** Диссертация состоит из введения, обзора литературы, четырёх глав результативной части, заключения и списка литературы. Рукопись содержит 165 страниц, 68 рисунков, 14 таблиц, список литературы из 190 ссылок.

**Во введении** автор обосновывает актуальность темы работы, формулирует цель и задачи исследования. Представлена и обоснована новизна и значимость работы, теоретическая и практическая ценность работы, приводятся основные положения, выносимые на защиту, обсуждается обоснованность и достоверность научных положений и выводов диссертационного исследования, приведены данные об апробации и публикациях результатов работы. Здесь же представлены материалы, характеризующие степень апробации и публичной доступности результатов исследований.

**Первая глава (ОБЗОР МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ)** посвящена обзору методов исследования состава указанных систем, характеристике объектов исследования, свойствам тяжёлых металлов в атмосферном аэрозоле, методам исследования элементного состава аэрозоля и почв, методу обратных траекторий в модели HYSPLIT. На основании анализа имеющейся отечественной и зарубежной литературы сделано заключение об актуальности проведения научных исследований по данному направлению. Данная глава заканчивается постановкой задач.

**Во второй главе (ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ)** рассмотрены методы подготовка проб атмосферного аэрозоля и почв, приведена краткая характеристика физико-географических и климатических

условий Северного Таджикистана, описана экспериментальная установка для измерения содержания тяжёлых металлов в аэрозоле и почвах.

**В третьей главе (ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ПРОБ АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ И ПОЧВ СЕВЕРНОГО ТАДЖИКИСТАНА)** приведены результаты экспериментального определения содержания потенциально опасных металлов (As, Pb, Zn) металлов(лоида) 2 класса опасности, (Co, Ni, Cu и Cr) в аэрозоле и почвах и вариации содержания  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Sr}$  и  $\text{V}$  в них. Приведены результаты определения содержания тяжёлых металлов в почвах особо загрязненных территорий.

**В четвёртой главе (РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ИСТОЧНИКИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В АЭРОЗОЛЕ И ПОЧВАХ СЕВЕРНОГО ТАДЖИКИСТАНА)** изложен анализ происхождения ТМ в атмосферном аэрозоле и почвах Северного Таджикистана, приведены статистические характеристики содержания тяжёлых металлов. На основе расчёта обратных траекторий распространения воздушных масс сделана попытка определения источников поступления АА на территорию Северного Таджикистана.

**Степень обоснованности и достоверности основных результатов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.** Диссидентом получен обширный фактический материал о содержании тяжелых металлов в АА и почвах Северного Таджикистана, имеющих как общие черты, так и различия по целому ряду геологических и геохимических характеристик. Объектам работ послужили дисперсные системы - атмосферный аэрозоль и почвы. Все данные получены диссидентом при выполнении полевых и лабораторных исследований. Экспериментальные результаты сопоставлены с данными, полученными другими методами (и)или исследователями. Проведена грамотная статистическая обработка результатов лабораторных экспериментов. Для выявления возможных источников поступления загрязняющих веществ в атмосферу, в которой высока концентрация ТМ первого класса опасности (Pb, As и Zn) была использована модель HYSPLIT для расчета обратных траекторий переноса воздушных масс, переносящих

загрязнения. Выполнен корреляционный анализ для оценки взаимосвязи содержания ТМ в аэрозоле и почвах Северного Таджикистана. Полученные данные весьма обширны по охвату, достоверны и полезны для дальнейшего изучения загрязнения АА и почв тяжелыми металлами в исследуемых районах не только Согдийской области. Аналитические исследования выполнены с помощью энергодисперсионного рентгено-флуоресцентного спектрометра «СПЕКТРОСКАН МАКС-Г» (ООО «СПЕКТРОН», г. Санкт-Петербург). Важным обстоятельством, свидетельствующим в пользу достоверности полученных результатов работ, является длительный период проведения исследований, исчисляемый 6 годами.

**Научная новизна работы.** Ряд выводов диссертанта имеют научную новизну по исследуемой тематике диссертации:

- Диссидентом создан банк данных по элементному составу АА и почв Северного Таджикистана;
- Систематически исследован элементный состав АА и почв Северного Таджикистана. Изучены временные вариации содержания ТМ в аэрозоле и почвах за период 2013-2019 гг. Определены фоновые концентрации ТМ в АА и почвах с целью оценки вклада аэрозоля в загрязнение почв ТМ;
- Выявлены источники загрязнений ТМ на территории Согдийской области, включая воздушный перенос аэрозоля;
- Выявлены наиболее загрязненные территории ТМ в Северном Таджикистане. Обнаружено повышенное содержание Zn, Pb, As, Cr и Sr в пробах аэрозоля по сравнению с почвами, дана оценка их содержания в составе АА с различной степенью антропогенной нагрузки;
- Проведены расчеты коэффициентов корреляции содержания ТМ в пробах аэрозоля и почв и их статистический анализ. Проанализированы вариации концентрации элементов и их распределение на территории северной части Республики Таджикистан.

**Теоретическая и практическая ценность исследования** состоит в получении и систематизации данных о поведении тяжелых металлов

(относящихся к I-III классам опасности по степени воздействия на организм человека) в составе атмосферного аэрозоля и почвах районов Согдийской области, которая позволяет оценить антропогенные воздействия на окружающую среду. Установлены основные пути поступления тяжелых металлов в АА и почвы, подверженные техногенной нагрузке. Определены наибольшая корреляция между стронцием и медью (0,8) в пробах атмосферного аэрозоля. Т.е., с вероятностью 80 % можно говорить о том, что путь, источник и время поступления этих элементов одинаковы. Выявлено, что взвешенные частицы воздушных масс вносят значительный вклад в загрязнение атмосферы региона. Данная информация, представленная в работе, имеет чрезвычайную важность для исследования физики атмосферы. Результаты исследования могут быть использованы в качестве базы данных при дальнейшем изучении загрязнения АА и почв тяжелыми металлами, а также в учебном процессе высших учебных заведений для подготовки специалистов в области физики атмосферы, радиоэкологии, метеорологии и климатологии.

*Одним из достоинств автора работы является его непосредственное участие в подготовке материала (отбор проб АА и почв, подготовка проб к физико-химическому анализу), непосредственном проведении экспериментальных исследований, статистической обработке результатов анализа и сопоставления с литературными данными, участия в обсуждении и интерпретации результатов, в подготовке статей и тезисов докладов по материалам диссертации. Очевидно, что такая работа, в основе которой лежат экспериментальные измерения актуальных аэрозольных частиц и почв, представляет несомненный интерес для многих ученых, исследующих как непосредственно аэрозоль в атмосфере, так и динамично взаимодействующие с ними сопредельные среды.*

Обобщая изложенное, можно заключить, что в целом диссертационная работа выполнена на высоком уровне с применением современных методов исследования, а также новых подходов, грамотно оформлена.

**Полнота изложения материалов диссертации отражена в 40 публикациях, в том числе 10 статья в журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан, 29 статьях в журналах и сборниках международных, республиканских конференций и семинаров.**

Работа прошла аprobацию на международных и республиканских конференциях и семинарах.

Вместе с тем хочется отметить, что к работе соискателя М. Н. Рахматова имеется несколько замечаний, которые могут помочь автору диссертации в развитии исследуемой темы:

1. В работе отсутствует сравнение полученных результатов с действующими ОДК для почв по рассматриваемым тяжелым металлам. Такое сравнение существенно усилило бы подачу материала;
2. Некоторые рисунки перенасыщены информацией и, в связи с этим, сложны для восприятия;
3. Не указано число проб, по результатам которых построены приводимые в автореферате графики и гистограммы.

Отмеченные замечания не влияют на общую положительную оценку представленной диссертации, которая содержит комплексный анализ полученных результатов, написана ясным и простым языком. Несомненна научная перспективность дальнейших исследований в направлении, выбранном соискателем.

Автореферат отражает идеи и выводы, приведённые в работе.

### **Заключение**

Считаю, что работа Рахматова М.Н. вносит полезный научный и практически важный вклад в развитие и решение проблем регионального и глобального трансграничного переноса примесей на территории Северного Таджикистана, а сама диссертационная работа является законченным и самостоятельным научным исследованием по рассматриваемому направлению. Анализ текста диссертации подтверждает ее соответствие

выбранной специальности. Представленное к защите диссертационное исследование отличает большой объем выполненных работ, их высокий научно-методический уровень, научная новизна, теоретическая ценность и возможность практического использования результатов.

В целом, диссертационная работа Рахматова М.Н. на тему: «Исследование элементного состава аэрозоля и почв Северного Таджикистана», соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 26.11.2016 г. №505, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Рахматов Мухамади Нуридинович, заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния». Остается надеяться, что он и далее будет работать в науке и развивать успехи аэрозольной школы ФТИ имени С. У. Умарова НАНТ.

**Официальный оппонент:**

доктор геолого-минералогических наук,  
директор Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки  
Южно-Уральский федеральный научный центр  
минералогии и геоэкологии Уральского отделения  
Российской академии наук

Удачин В.Н.

Адрес: 456317, г. Миасс, Челябинская область, тер. Ильменский заповедник  
Интернет сайт организации: <http://www.chelscience.ru>, e-mail:  
[info@mineralogy.ru](mailto:info@mineralogy.ru)  
Телефон: 8 (3513)298098  
E-mail: [udachin@mineralogy.ru](mailto:udachin@mineralogy.ru)

Подпись директора ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, д.г.-м. н. Удачина В. Н.  
**заверяю:**

Главный специалист по кадрам ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН



Г.А. Короткова