

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ им. М.М. АДЫШЕВА ОРДЕНА ТРУДОВОГО  
КРАСНОГО ЗНАМЕНИ**

**ИНСТИТУТ СЕЙСМОЛОГИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**Диссертационный совет Д 25.20.612**

На правах рукописи  
УДК 622. 502.3: 502.64

**Мадаева Марет Зайндиевна**

**ТЕХНОЛОГИИ СНИЖЕНИЯ ПЫЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИМИ  
РУДНИКАМИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА**

25.00.36 - геоэкология

**Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

**Бишкек - 2022**

Работа выполнена на кафедре теплотехники и гидравлики Грозненского государственного нефтяного технического университета.

**Научный руководитель** **Воробьев Александр Егорович**, доктор технических наук, профессор кафедры экологии и охраны окружающей среды Российского университета дружбы народов

**Официальные оппоненты:** **Кендирбаева Джумагуль Жумаевна**, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории прогноз землетрясений Института сейсмологии Национальной академии наук Кыргызской Республики

**Бейшенкулова Динара Асанкановна**, кандидат технических наук, доцент кафедры охраны окружающей среды и экономики недропользования Кыргызского государственного университета геологии, горного дела и освоения природных ресурсов им. акад. У. Асаналиева

**Ведущая (оппонирующая) организация:** отдел геоэкологии Оренбургского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук (460014, г. Оренбург, ул. Набережная, 29).

Защита диссертации состоится «28» января 2022 года в 14<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д 25.20.612 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора (кандидата) наук при Институте геологии им. М.М. Адышева Национальной академии наук Кыргызской Республики и Институте сейсмологии Национальной академии наук Кыргызской Республики по адресу: 720040, г. Бишкек, бульвар Эркиндик, 30, актовый зал, 2 этаж. Идентификационный код онлайн трансляции защиты диссертации в bbb-webinar <https://vc.vak.kg/b/25--2hu-lfc-uh9>

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеках Института геологии им. А.А. Адышева Национальной академии наук Кыргызской Республики (720040, г. Бишкек, бул. Эркиндик, 30) и Института сейсмологии Национальной академии наук Кыргызской Республики (720060, г. Бишкек, микрорайон Асанбай, 52/1), а также на сайте НАК КР [https://vak.kg/d\\_25\\_20\\_612/madaeva-maret-zayndievna/](https://vak.kg/d_25_20_612/madaeva-maret-zayndievna/).

Автореферат разослан «22» декабря 2021 г.

Ученый секретарь диссертационного совета  
кандидат географических наук, доцент

Токторалиев Э.Т.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы диссертации.** Вследствие продолжительного и значительного техногенного воздействия природные горные экосистемы Северо-Кавказского региона претерпели значительные изменения, особенно вследствие интенсивной разработки месторождений полиметаллов урана и меди, а также сопровождающей их мощной инфраструктурой, включающей в себя: горные выемки, технологические автодороги, бункера для руд и пород, отвалы вскрышных пород и забалансовых руд, хвостохранилища, быткомбинаты, жилищно-коммунальный комплекс и др. К тому же географически расположенных вблизи высокогорных зон со снежниками и ледниками и в условиях пониженного барометрического давления, что тоже имеет довольно существенное значение.

Поэтому исследования, направленные на всестороннее изучение природно-техногенной экосистемы «геологическая среда – горное предприятие – геоэкосистема» в условиях Северного Кавказа и разработка соответствующих природоохранных технологий, способных предотвратить дальнейшую её деградацию, является весьма **актуальной научной задачей**.

Однако, успешное её решение сдерживается отсутствием детальных натурных исследований пыления объектов горнопромышленной экосистемы [Гофман К.Г. [1998], Иванов Б.А. [1991], Колосов А.В. [2006, 2008], А.В. Потапова [2008], В.В. Семенова [2015], А.В. Хохрякова [2019], Ю.В. Шувалова [2005]] и недостаточной разработанностью физико-химических основ снижения их пыления.

Проведенные автором систематические исследования в этом направлении позволили выявить не только зоны аномального техногенного загрязнения, но и новые высокоэффективные композиции, снижающие величину пыления, что и обуславливает актуальность настоящей диссертационной работы.

**Связь темы диссертации с научными программами.** Диссертационная работа выполнялась в течение 2005-2021 гг. в рамках научно-исследовательских работ Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Грозненского государственного нефтяного технического университета»

**Цель и задачи исследования.** Основной целью диссертационной работы являлось всестороннее исследование и изучение выбросов минеральной пыли рудных месторождений Северного Кавказа в приземную атмосферу, с выявлением областей загрязнений.

**Для достижения данной цели выполнялись следующие задачи:**

1. Изучение механизмов выделения и миграции пыли от места разработки полезного ископаемого, погрузки, транспортировки и до

складирования в отвалы и хвостохранилища, в зависимости от её фракционных характеристик.

2. Выявление зон аномального загрязнения горнопромышленной пылью, с раскрытием её поведения в почвах и распределением металлов, в зависимости от минералогического и химического составов, а также фракционных характеристик выпадаемой пыли.

3. Исследование высокоэффективных пылеудерживающих композиций, не наносящих вредное воздействие окружающей среде.

4. Анализирование технологий снижающих величину выбросов минеральной пыли от горнопромышленных предприятий.

#### **Научная новизна полученных результатов.**

1. Уточнена площадь горнопромышленного геохимического загрязнения минеральной пылью, выбрасываемой карьерами, рудниками и металлургическими заводами цветной металлургии, и её поведение в почвах окружающих ландшафтов.

2. Выявлена и математически описана функциональная зависимость эффективности действия различных противопылевых растворов.

3. Обоснована система подавления минеральной пыли со сроком действия, вполне достаточным для её удержания при выделении карьерами и рудниками.

**Практическая значимость полученных результатов.** Для практического и научного использования предлагаются технологии эффективного пылеподавления на объектах горно-перерабатывающих комплексов Северного Кавказа, обеспечивающие достижение существующих санитарно-нормативных параметров окружающей природной среды. Кроме того, отдельные разработки, приведенные в диссертации автора, могут успешно использоваться при составлении санитарно-нормативных документов, прогнозных карт в геоэкологической среде аналогичных горнопромышленных комплексов СНГ (России, Кыргызстана, Казахстана и Узбекистана) для оконтуривания аналогичных техногенных аномалий.

#### **Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

1. Выявленные площади техногенного загрязнения почв карьерами и рудниками цветной металлургии, определяемое аэральным разносом образуемой минеральной пыли, происходящим в соответствии с нагорным рельефом местности, её метеорологическими особенностями.

2. Установленные объемы выбросов минеральной пыли определяемых технологическими процессами горных производств, при значениях дальности переноса и влияния на почвы обусловленных количеством образующихся наночастиц.

3. Технологии пылегазонейтролизации показали эффективность

использования полиакрилбензольной смолы, с расходом 1.0 – 1.2 л на 1 м<sup>2</sup>, удерживающей возможное пыление в течение 20 дней.

**Личный вклад соискателя.** Диссертантом были лично выполнены все необходимые работы по проведению диссертационных исследований: 1) сбор, систематизация и статистическая обработка исходной информации; 2) планирование и осуществление лабораторных и натурных (полевых) экспериментов; 3) разработка необходимых методик и научно-технический анализ получаемых данных, 4) их научная интерпретация, 5) формулировка полученных результатов и выводов.

**Апробация результатов диссертации.** Основные положения диссертационной работы доложены на V и VI международных конференциях «Устойчивое развитие горных территорий» [г. Владикавказ, 2004 г. и 2007 г.], НТК Грозненского государственного нефтяного технического университета [2004-2007 гг.], Международных научных чтениях «Белые ночи» [г. Самара, 2006 г., Новочеркасск, 2007 г., Владикавказ, 2009 г.], III международной конференции «Горное нефтяное, геологическое и геоэкологическое образование в XXI веке» [г. Горно-Алтайск, 2008 г.], VII, VIII, IX и XI Международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр» [г. Ереван, Армения, 2008 г.; г. Москва, Россия, 2009 г.; г. Котону, Африка, 2010 г.; Усть-Каменогорск, Казахстан, 2012 г.], Международной научной конференции Казахстан-2030 [г. Караганда, 2010 г.], Международной конференции «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики» [г. Тула, 2010 г.], 1-м Кавказском международном экологическом форуме [г. Грозный, 2013 г.], Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 150-летию со дня рождения В.И. Вернадского. [г. Махачкала, 2013 г.], XXII международной конференции «Лазерно-информационные технологии в медицине, биологии, геоэкологии и транспорте – 2014» [г. Новороссийск, 2014 г.], Всероссийском съезде экологов [г. Грозный, 2017 г.], VIII Всероссийской научно-технической конференции «Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа» [г. Ессентуки, 2019 г.].

**Полнота отражения результатов диссертации в публикациях.** По теме диссертации опубликовано 11 работ, в том числе за рубежом (за пределами КР) опубликовано 7 работ. Из них 2 патента. Из 7 работ опубликованы в журналах, входящих в список ВАК РФ.

**Структура и объем работы.** Диссертация включает в себя введение, четыре главы с выводами, заключение, список использованной литературы из 152 наименований. Работа изложена на 150 страницах и содержит 31 таблицу и 33 рисунка.

Автор выражает глубокую признательность своему руководителю А.Е. Воробьеву за неоценимую научно-методическую и практическую помощь при выполнении исследования.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** рассматриваются актуальность темы диссертации, ее связь с тематикой научных исследований, даются цель и задачи исследований, показана их научная новизна, сформулированы основные защищаемые положения и раскрыта практическая значимость полученных результатов, приводится личный вклад соискателя, апробация результатов исследований, полнота их отражения в публикациях, структура и объем диссертации.

**Первая глава «ОБЗОР НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПЫЛЕНЕЙТРАЛИЗАЦИИ НА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ»** представлена обзором научно-практических результатов, которые были достигнуты в решении проблемных аспектов, касающихся обеспечения геоэкологической безопасности по отдельным направлениям воздействия горных предприятий на окружающую природную среду. Решением актуальных проблемных вопросов в сфере природопользования и обеспечения геоэкологической безопасности, в т. ч. в области горного производства, занимались многие отечественные исследователи. Большой вклад в разработку исследуемой проблематики внесли такие ученые: Блацкий О.Ф. [2003], Воробьев А.Е. [1999-2020], Гофман К.Г. [1998], Гаспарьян Н.А. [2008], Галченко Ю.П. [2004-2021], Ерзин А.Х. и др. [2014], Иванов Б.А. [1991], Колосов А.В. [2006, 2008], Коваль Е.Т. [2018], Лемешев М.Я. [2018], Реймерс Н.Ф. [1990], Трофимов В.Т. [2008], Федоренко Н.П. [1975] Также стоит выделить труды М.В. Корневой [2020], А.П. Красавина [1991], И.И. Медведева [1976-1995], Г.Г. Мирзаева [1991], В.В. Новикова [2008], М.Е. Певзнера [2003], А.В. Потапова [2008], В.В. Семенова [2015] А.В. Хохрякова [2019], Ю.В. Шувалова [2005], по Северо-Кавказскому региону И.Д. Алборова, А.Е. Воробьева [1999-2020], в Кыргызстане – Абдувалиева А.М. [2011] и др.

Серьезные научно-практические результаты были достигнуты в решении проблемных аспектов, касающихся обеспечения геоэкологической безопасности по отдельным направлениям воздействия горных предприятий на окружающую природную среду: породный массив [Гальперин А.М. [1972], Стрельцов В.И. [2001], Кузнецов С.В. [2012], Иофис М.А. [2019], Фисенко Г.Л. [2019] и др.]; подземные и поверхностные воды [Харионовский А.А. [2018], Румынин В.Е. [1981], Мироненко В.А.[1983]]; атмосферу [Филатов С.С.[1990], Пененко В.В. [1990], Михайлов В.А.[2017], Кудряшов В.В. [2015], Битколов Н.З. [1963], Бересеневич П.В. [1987], Адушкин В.В. [2021г.]];

земельные ресурсы [Томаков П.И. [2000], Овчинников В.А. [1986], Коваленко В.С. [2019], Дриженко Ю.Н. [2017], Горлов В.Д. [1997]].

Указаны действующие центры по проблематике борьбы с пылью, такие как: МИСиС [Москва]; СПГГУ [Санкт-Петербург]; КРСУ [Бишкек] ИПКОН РАН [Москва]; Институт геотехнологии НАН Кыргызстана [Бишкек]; ЗабНИИ [Чита]; ВНИИОСуголь [Пермь]; НИИОГР [Челябинск]; ИГД им. Д. Кунаева [Алма-Аты] и др.

Во **второй** главе **«МЕТОДЫ И МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ»** приводятся методы для определения состава и объема загрязняющих веществ, выделяемых различными источниками:

**1. Статистический метод.** В ходе исследований были использованы методы и приемы статистических данных: таких, как сводка и группировка материалов статистического наблюдения, собранная и сформированная в виде таблиц и графиков, которые позволили раскрыть закономерности определения состава и объема загрязняющих веществ, образуемых при разработки месторождений рудных полезных ископаемых.

**2. Экспериментальный метод.** Этим методом осуществлялось комплексное определение объемного выхода пылевого загрязнения, а также обеспечивался анализ концентрации и состава загрязняющих веществ, основанный на данных реальных замеров, проводимых в условиях горнодобывающего предприятия.

**3. Теоретический метод.** С помощью данного метода обеспечивалось установление состава и минимального объема загрязняющих веществ. Объясняется это тем, что на основе составления материальных балансов технологического процесса, с учетом свойств и химического состава исходного сырья, геометрических и конструктивных параметров используемого оборудования, оптимальных режимов ведения процессов, устанавливается максимально возможная производительность горнодобывающего предприятия.

В этом разделе представлена нормативно-методическая база выполнения исследований, методология существующих научных исследований по пылейнейтрализации на горных предприятиях, основные принципы нормирования качества окружающей среды, оценка уровня воздействия объекта техносферы на окружающую среду.

Здесь же раскрыты **объекты исследования**. Основным объектом исследования являлись пылевые выбросы Садонского полиметаллического рудника (рисунок 3.1), расположенного в верховьях Алагирского ущелья, на территории Северной Осетии (РФ), а также их атмосферная миграция и распределение по прилегающим территориям, а также депонирование и эволюция в почвах.



Рисунок 3.1. Штольня Садонского полиметаллического рудника.

**Методика исследования.** В работе использовались методы теоретического поиска, обобщения и анализа специальных литературных источников, планирования научного эксперимента, осуществления лабораторного и натурного (полевого) эксперимента, моделирования, корреляционного и статистического анализа, а также методы просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения и метод электронно-зондового рентгено-спектрального микроанализа [7]. Непосредственно минеральный состав осаждённой пыли определялся рентгенографическим анализом.

**Предметом исследования** является минеральная пыль различных размеров (от крупных частиц до нано состояния), а также приземная атмосфера и почвы, прилегающие к объекту исследований.

В третьей главе **«ПРАКТИКА ПЫЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРНЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ»:** рассмотрены результаты пылевых выбросов на карьерах и рудниках Северного Кавказа, эмиссии загрязняющих веществ в окружающую среду от объектов горной промышленности, характеристики пыли выбрасываемой горными предприятиями и её поведения в приземной атмосфере, последствий воздействия добычи геоматериалов на геоэкологию прилегающего региона и загрязнения почв, а также состояние пылевого рассеяния в высокогорных условиях, количественные показатели вредного воздействия пылевого загрязнения и оценки изменение качества приземной атмосферы при добыче полезных ископаемых и др.. Все исследования автором проводились на базах «Научно-технических центров коллективного пользования «Недра», «Геофизика», «Нанотехнологии и наноматериалы» - при ГГНТУ и в лаборатории «Мониторинга состояния отвалов и хвостохранилищ отходов полезных ископаемых» при СКГМИ (ГТУ).

В четвертой главе **«РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ»** представлена разработка технологий нейтрализации пылевыделения и приводятся результаты исследования пылевых выбросов горных предприятий, миграции пыли, загрязнения прилегаемых территорий, поведения пыли в почвах, рецептура пылеподавляющих растворов и технологии пыленейтрализации выбросов.

При изучении динамики формирования изменений качества приземной атмосферы (как в пространстве, так и во времени), т.е. загрязненности



обусловленной пылевыми выбросами Садонского свинцово-цинкового комбината, учитывалось, что на эти процессы оказывают значительное влияние рельеф местности и имеющиеся особенности существующих метеорологических параметров (**первое защищаемое положение**).

Были рассчитаны безразмерные числа, являющиеся критериями подобия показателей свойств приземной загрязненной атмосферы (таблица 1. - [составлена на основе формул 3.11 – 3.19]).

Для рассматриваемого горного региона характерна явно выраженная ущелистость территорий, в основании которой, как правило, протекает река, а на речных террасах расположена практически вся поверхностная инфраструктура горного производства [14,15]. Алагирское ущелье (рисунок 3.2) можно считать некоего рода аэродинамической трубой, в которой воздушные массы преимущественно днем поднимаются вверх в горы, а ночью, наоборот, опускаются из нагорной части на равнинную зону.

Таблица 1 - Безразмерные числа, принятые в качестве критериев подобия показателей приземной загрязненной атмосферы

Безразмерное число	Формула расчета	Полученное значение	Проявление в приземной атмосфере
Рейнольдса	$Re = \frac{\rho v D_r}{\eta}$	34257	Характеризует количественное соотношение между имеющимися в приземной атмосфере инерционными силами и силами сопротивления воздуха
Ричардсона	$Ri = \frac{Ar}{Re^2}$	108.55	Характеризует турбулентность воздушных потоков
Эйлера	$E = \frac{\Delta p}{v^2 \rho}$	2.7	Описывает возникающее количественное отношение между силами давления на единичный объём воздуха и инерционными силами
Маха	$M = v/a$	0.2	Учитывает явление сжимаемости окружающего воздуха
Фруда	$F = v^2/gL$	0.9	Характеризует количественное соотношение между существующими в атмосфере инерционными силами и силами тяжести

В ходе осуществления натурных исследований было выявлено, что средняя скорость движения ветра в дневное время колеблется в пределах 2,8-4,5 м/с. Высота воздушного пространства Алагирского ущелья, в котором происходят основные негативные изменения под действием пылевых выбросов горных предприятий и сопровождающей их инфраструктуры, по данным авторских наблюдений, принимается равной 2000 м.



Рисунок 3.2. Вид карьера «Мукуланский» и проекция-схема рудника «Молибден» Тырныаузского вольфраммолибденового горного предприятия (Северная Осетия, РФ).

В результате осуществленных натурных исследований была установлена динамика изменения содержания пыли у штольни № 22 Архонского рудника в воздухе ущелья в течение светового дня (рисунок 3.2).

Чтобы определить скорость, с которой оседают взвешенные частицы, а также длительность времени такого процесса, необходимо иметь сведения о: среднем размере частиц, плотности минеральной пыли, высоты их выброса.

Все эти факторы определяются коэффициентом детерминации, который позволяет объективно характеризовать процесс аэродинамики для уравнения зависимости двух переменных:

а) Зависимость запыленности - щебеночного покрытия  $y = 0.244x - 1.32$ ;  $R^2=0.8403$

б) Зависимость запыленности - асфальтового покрытия  $y = 0.1868x - 0.968$ ;  $R^2=0.8062$  (1).

Построены графики зависимости для определения коэффициента детерминации для асфальтового и щебеночного покрытий (рисунок 3.5).

Эти данные показывают положительный тренд и эффективность применяемой технологии обеспыливания.

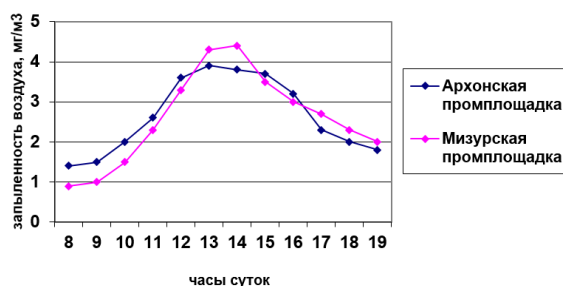


Рисунок 3.6. Динамика изменения запыленности воздуха на промплощадках Архона и Мизура Садонского СЦК [12].

Обработка данных замеров по вертикали методом математической статистики выявила явную корреляционную зависимость запыленности приземного воздуха по высоте, которая выражается формулой:

$$g = g_0 \cdot l^{-0,0120H} \quad (2)$$

где:  $g, g_0$  - соответственно, запыленность воздуха на высоте и на уровне устья штольни № 22,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ;

$H$  - высота отбора пробы над устьем штольни, м;

$l$  - основание натурального логарифма.

В последующем было установлено, что в формировании геоэкологической ситуации данного региона, существенное (60 % от общего объема) влияние оказывают такие источники пылевыведения, как массовый взрыв (отбойка горной породы), технологические дороги, откосы и площадки уступов карьеров и отвалов, сухие пляжи хвостохранилищ и другие (рисунок 3.16).

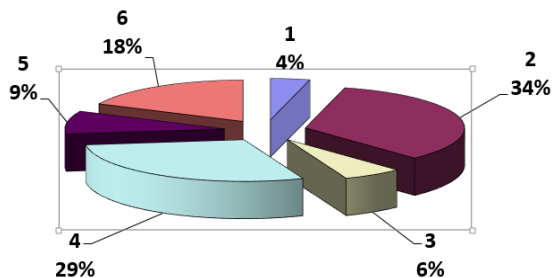


Рисунок 3.16. Количественное соотношение значений пылевого загрязнения на карьерах Северного Кавказа, происходящее от производственных процессов: 1 – бурение взрывных скважин; 2 – осуществление массового взрыва; 3 – произвольной экскавации и погрузки горно-рудной массы; 4 – перевозка горно-рудной массы; 5 – обогащение руд; 6 – ветровое пыление поверхностей (уступов и откосов карьера, отвалов и хвостохранилищ и др.).

Так же экспериментально была установлена выраженная зависимость запыленности приземной атмосферы у пылящих поверхностей при различных скоростях движения воздуха (рисунок 3.3).

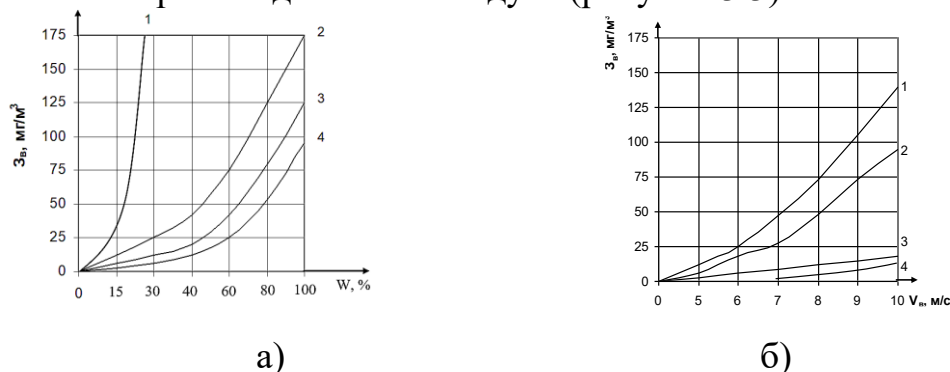


Рисунок 3.3. Зависимости изменения величины запыленности воздуха  $Z_B$  при различных значениях скорости ветра  $V_B$  [11]: а) от исходного материала, влажность 0.1 ÷ 0.2 %: 1 – наваленная руда с  $f = 12 \div 14$ ; 2 – скарированные мрамора,  $f = 13 \div 15$ ; 3 и 4 – роговики,  $f = 13 \div 15$  и  $f = 18 \div 20$ ; б) от влажности пыли (скарнированные мрамора с  $f = 16 \div 20$ ): 1 – 0 – 1 %; 2 – 3 – 4 %; 3 – 5 – 6 %; 4 – 7 – 8 %.

В ходе осуществленных натурных исследований было установлено, что процессы образования и последующего переноса пыли в приземной атмосфере, прежде всего зависят от сочетания метеорологических (в том числе – розы ветров), которые имеют вероятностный характер во времени и пространстве, и рельефных (горных) факторов, а также от некоторых характеристик выбрасываемой пыли и приземной атмосферы (в том числе - электрокинетических показателей) [1,6].

С течением времени минеральные наночастицы пыли выпадают из приземной атмосферы за счет гравитационного (65 %), электродинамического (до 10 %) и турбулентного (5 %) осаждения, а также вымывания дождевыми осадками и туманами (до 20 %). При этом значение коэффициента скорости осаждения частиц пыли [2-4], выбрасываемой горнопромышленными источниками определяется, как численное соотношение между величиной скорости осаждения частиц (определяемой размерами и массой) и усредненной величиной скорости ветра, математически выражаемое исходя из закона Стока.

Было установлено, что значения скорости осаждения горно-промышленной (минеральной) пыли варьировалась в зависимости от сезона времени года (так, в весенние месяцы наблюдались самые высокие уровни пылевого загрязнения) [8,9].

Практически вся выпадаемая из приземной атмосферы минеральная пыль (которая состоит в основном из сульфидов *Zn, Pb* и *Cu*, оксидов *SiO<sub>2</sub>, FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>* и др., а также карбонатов *CaCO<sub>3</sub>* и *MgCO<sub>3</sub>*, слагающих руды и породы разрабатываемого Садонского месторождения [6]) депонируется почвами, что существенно изменяет имеющуюся, эволюционно сложившуюся, их геохимию, образуя со временем выраженные ареалы техногенного загрязнения. Так, кроме природных ореолов, связанных с естественным разрушением и растворением рудных тел, здесь на территориях, прилежащих к рудникам и карьерам, обогатительным фабрикам, хвостохранилищам и металлургическим заводам и их кекохранилищам, образовались значительные зоны загрязнения почв [10], аллювиальных отложений, поверхностных и подземных вод. Это представляет собой совокупный результат всех этапов разведки, добычи, транспортировки и обогащения руд, а также ветрового переноса с поверхностей отвалов и пляжей хвостохранилищ, сброса (особенно активно до 1984 г.) шламов Мизурской обогатительной фабрики и т.д.

Ранее считалось, что площадь горно-промышленного загрязнения почв (с опасными уровнями содержания химических элементов) достигла величины 40 км<sup>2</sup>. Нами было установлено, что это загрязнение значительно масштабнее. Так, автором были выделены литобиогеохимические аномалии профильных элементов площадью до тысячи квадратных километров, а их

граница оказалась смещена восточнее металлургических заводов г. Владикавказа, на Ингушетию и Чечню, хотя сами разрабатываемые месторождения полиметаллов находятся на 50-60 км западнее и южнее (рисунок 3.17).

Обращает на себя внимание усредненная морфология и структура выделенных в почвах техногенных аномалий. Так, в зоне добычи и обогащения полиметаллов их аномалии покрывают площади не только самих горных отводов, но и всю долину р. Ардон в ее горной части. При этом существует общая для горнопромышленных районов геохимическая закономерность пылевого загрязнения, представленная в виде зональной структуры техногенных геохимических ореолов рассеяния, явно связанной с отдельными производствами или процессами горных работ.

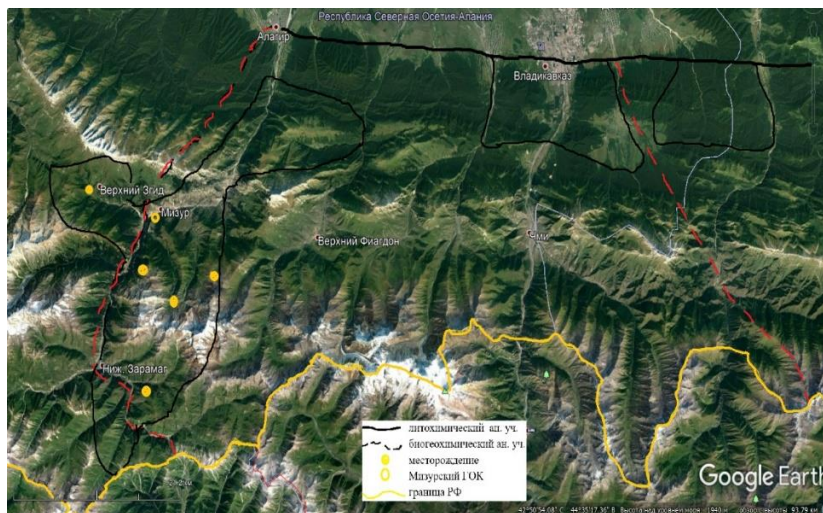


Рисунок 3.17. Ареал рассеивания химических элементов от Садонского рудника.

Так, при горных процессах добычи полезного ископаемого главные (*Zn* и *Pb*, а также *Mo*.) и сопутствующие (*Cu*, *Fe*, *Ag*, *As* и др.) металлы, содержащиеся в рудах разрабатываемых полиметаллических и молибденовых месторождений, накапливаются, как правило, в центральных частях геохимических аномалий. При дальнейшей переработке добытых руд (обогащительный и металлургический переделы), характеризующейся более глубоким разрушении минеральных матриц, разнос выделяемых частиц пыли осуществляется путем их захвата воздушными потоками, переносящих уже в периферийные части ореолов загрязнения, вследствие чего существенно увеличивается площадь геохимических аномалий.

При этом, субмеридиональные почвенные аномалии *Zn*, *Cu*, *Ag*, *Pb*, *W* и *Mo* сменяют друг друга, частично перекрываясь и образуя непрерывный аномальный участок, расширяясь за счет полиметаллических месторождений в лево- и правобережье зон североюрской депрессии.


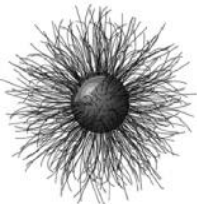
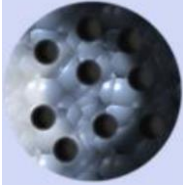

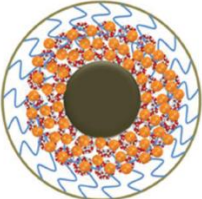
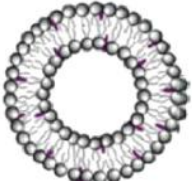
Необходимо отметить, что аномальный участок техногенного геохимического загрязнения почв, расположенный южнее г. Владикавказа, по обоим берегам р. Терека, имеет изометричную площадь, и является более

комплексным (т.к. включает те же химические элементы, а также дополнительно *W* и *Cd*). Ядерную часть этого аномального участка образует аномалия кадмия и всех остальных микроэлементов, примыкающая с юга к г. Владикавказу. Причем, кадмий, за счет концентрирования технологическими процессами переработки, при пылевых выбросах в приземную атмосферу имеет здесь наиболее высокие концентрации на всем Северном Кавказе (включая и само разрабатываемое месторождение).

Анализ всей полученной и собранной информации говорит в пользу аэральюного механизма разноса пылевого загрязнения и формирования на прилегающих территориях аномальных участков геохимического загрязнения.

Во-первых, вдоль р. Ардон наблюдается разнос минеральной пыли, формируемой вследствие добычи, транспортировки и обогащения руды, долинными ветрами. Как результат, здесь образовался линейно-ориентированный аномальный участок, расширяющийся в северо-юрской депрессии в зоне полиметаллических месторождений.

Таблица 3.6 - Разнообразие форм минеральных наночастиц

№	Наименование наночастиц	Геометрическая форма	№	Наименование наночастиц	Геометрическая форма
1	Слоистые сферулы, глобулы или сферы		4	Проволочные сферы	
2	Пористые силикаты		5	Многогранники	
3	Магнитные наночастицы		6	Торы	

Во-вторых, геохимические аномалии южнее г. Владикавказа не могут иметь другого генезиса кроме, как аэральюный разнос газопылевых выбросов металлургических заводов, что приводит к формированию аномального участка площадью в сотни км<sup>2</sup> и достижению высотных отметок загрязнений в 2000 м.

В-третьих, данный аномальный участок имеет ярко выраженную временную динамику, что было обнаружено нами при сравнении с результатами предыдущих исследований.

В-четвертых, эта довольно огромная площадь литобиогеохимических аномалий, в основном, формируется за счет аэральных выпадений и объединяет оба литохимических аномальных участка со сходным набором микроэлементов (вполне соответствующих имеющемуся типу оруденения и профилю карьеров, рудников и металлургических заводов). Именно эта территория биогеохимических аномалий отражает реальную, хотя и большей частью слабоконтрастную, зону загрязнения.

При исследовании частиц, выбрасываемой горными предприятиями и металлургическими заводами, минеральной пыли, особый интерес представляют её наноразмерные фракции, имеющие весьма значительный диапазон рассеяния (до 4-6 тыс. км по латерали), и которые гораздо быстрее подвержены в почвах биохимической трансформации (**второе защищаемое положение**).

По геометрической форме нами было выделено несколько типов выбрасываемых карьерами, рудниками и металлургическими заводами минеральных наночастиц (таблица 3.6).

Для геоэкологической оценки загрязняемых почв были проведены специальные исследования генезиса и эволюции микроэлементов почвенного горизонта, характерные и для территорий других климатических зон (в частности, Южного Урала).

Исследования показали, что геохимический состав прилегающих к полиметаллическим рудникам почв во многом находится под влиянием выбрасываемой минеральной пыли, причем наибольший эффект этого был установлен непосредственно вблизи горных предприятий. При этом оказалось, что максимальное содержание Zn и Pb приурочено к верхним слоям почвенного разреза (рисунок 3.21), что подтверждает техногенное происхождение почвенного загрязнения этими химическими элементами.

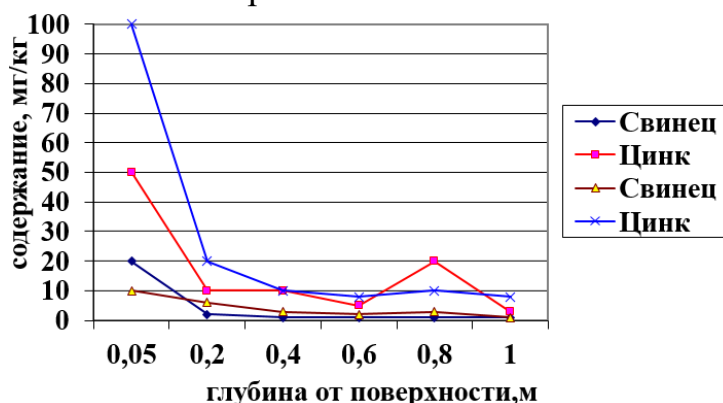


Рисунок 3.21. Изменение содержания Zn и Pb в почвенном профиле в районе деятельности Садонского СЦК [по данным автора].

Валовое распределение  $Zn$  и  $Pb$  относительно их предельно-допустимых концентраций в поверхностном слое почв показано на рисунке (рисунок 3.18).

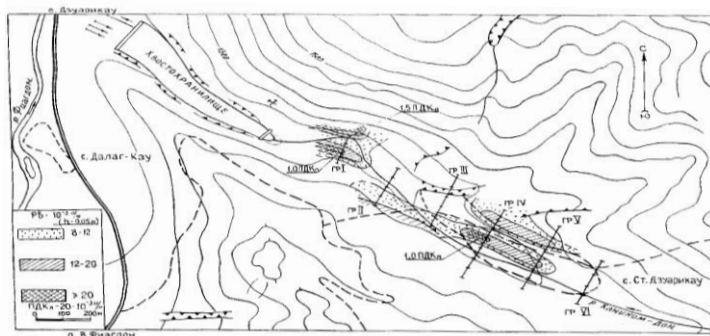


Рисунок 3.18. Распределение свинца и цинка в поверхностном слое почв (район ст. Дзаурикау)[по данным автора].

Среди всего многообразия пыли, поступающей в окружающую среду от горных предприятий и металлургических заводов, наиболее активной в физико-химическом аспекте, оказались её наночастицы (рисунок 3.11), что объясняется их высокой поверхностной активностью.

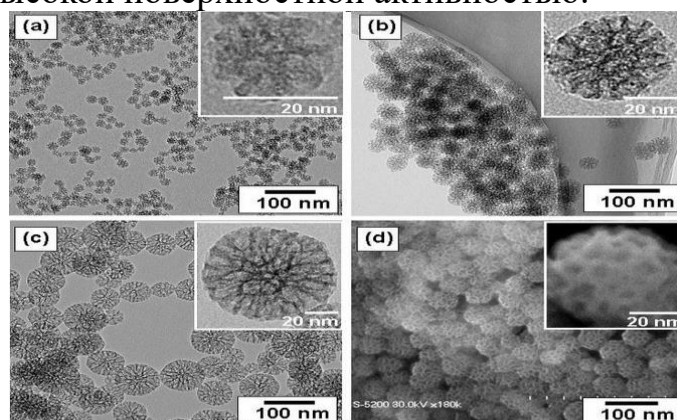


Рисунок 3.11. ПЭМ-изображения мезопористых наночастиц  $SiO_2$ , со средним диаметром (фото Nandiyanto, 2019): а) 20 нм, б) 45 нм; и с) 80 нм. SEM-изображение d), соответствующее б).

В ходе исследований было установлено, что в наночастицах минеральной пыли (начиная еще с их взрывной отбойки и нахождения в приземной атмосфере) заметно изменяется внутренняя структура. Так, было установлено, что внутренняя структура наночастиц сфалерита ( $ZnS$ ) диаметром 3,4 нм заметно отличается от таковой у объемного сфалерита руд месторождения. Наночастицы такой минеральной пыли обычно состоят из 3-х основных слоев: поверхностного слоя, слоя оболочки и ядра. Минеральные зерна разрабатываемых руд  $ZnS$  обладают значительным внутренним беспорядком.

С течением времени в почвах, уже непосредственно при контакте с почвенными довольно активными растворами, в результате взаимодействия с



органическим веществом, происходит выщелачивание наночастиц (рисунок 3.20) и изменение их первоначальных химических форм.

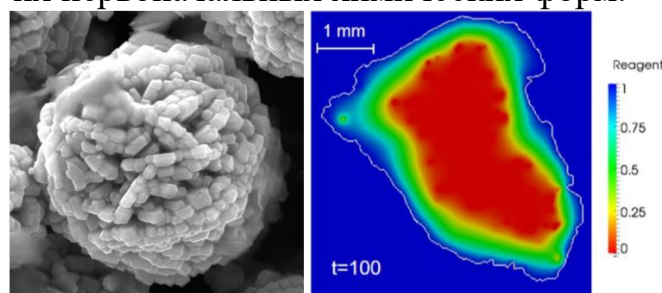


Рисунок 3.20. Последовательное выщелачивание сферической наночастицы под влиянием почвенных растворов.

Это было обусловлено тем, что по сравнению с объёмными сульфидами, наночастицы  $ZnS$  обладают аномальными физическими и химическими свойствами, такими как: квантовый размерный эффект, эффект поверхности и объема, а также макроскопический квантовый туннельный эффект, большее оптическое поглощение, весьма высокая химическая активность и термическое сопротивление, энергичный фото- и обычный катализ и более низкая температура плавления.

Концентрирование и растворение наночастиц  $Zn$  и  $ZnO$  было исследовано на 5-ти почвах с различными физическими и химическими свойствами. При этом довольно сильное удерживание наночастиц  $ZnO$  продемонстрировали практически все типы почв (особенно известковые и щелочные). Оказалось, что адсорбционное сродство наночастиц  $ZnO$  обычно выше, чем у растворимых частиц  $Zn$ : в результате в большей степени происходит сохранение наночастиц  $ZnO$ .

Кроме того, было установлено, что механизм и реальный характер взаимодействия органического вещества (ОВ) с оксидами  $Fe$ ,  $Zn$ ,  $Cu$  и других металлов определяется химическими характеристиками ОВ и типом присутствующих минеральных фаз.

Важное значение имеет рН почвенных растворов. Так, при значениях рН более 6, благодаря взаимодействию с породообразующими элементами, происходит накопление цинка в почве в больших количествах. В водорастворимое соединение цинк начинает переходить при значениях рН менее 6.

На характер поведения и уровень концентрации тяжелых металлов в почвенном разрезе влияют процессы сорбции, обусловленные повышением содержания мелкозема и гумуса вверх по разрезу, а также снижением показателя рН и степени насыщенности различными основаниями — вниз. Одновременно, при увеличении содержания глинистой фракции растет и ионообменная способность подобных почвогрунтов. Гумус обладает значительно большей (по сравнению с глинами) обменной способностью и может образовывать металлоорганические комплексы даже при довольно высоких значениях рН почвенных растворов.

Однако, чувствительность почв к воздействию выпадаемой из приземной атмосферы минеральной пыли определяется не только их типом почв (чернозем, краснозем, песчаные и т.д.), но также во многом зависит от характеристик минеральной структуры выпадающей минеральной пыли (таких, как размер частиц, их минеральные характеристики, химический состав, ионообменная способность и т.д.). Чем будут меньше частицы выпадаемой пыли в геометрических размерах, тем выше оказывается их способность взаимодействовать с почвенными растворами.

С учетом фактического геоэкологического состояния зоны подверженной влиянию пылевых выбросов от горнопромышленных объектов были разработаны специальные соответствующие природосберегающие технологии (**третье защищаемое положение**), внедрение которых позволит минимизировать это воздействие (рисунок 4.5).

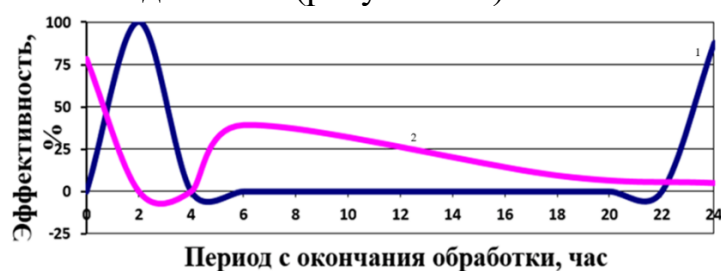


Рисунок 4.5. Эффективность пылеподавления на технологических карьерных автодорогах: 1 – вода; 2 – ПАА.

Таблица 4.5 - Значения продолжительности обеспыливающего действия материалов (после первой обработке) [35]

Материал	Единица измерения	Срок эффективного действия, сут.	Норма расхода на 1 м <sup>2</sup> щебеночного покрытия
Кальций хлористый технический			
а) плавленный	кг	10 – 20	0.7 ÷ 1.0
б) кальцинированный	кг	10 – 20	0.6 ÷ 0.7
Кальций хлористый ингибированный фосфатами (ХФК)	кг	15 – 25*	0.7 ÷ 0.8
Жидкие битумы и дегти	л	15 – 45	0.7 ÷ 1.07
Битумные эмульсии	л	15 – 45	1.0 ÷ 1.3
Сульфитный щелок (10%-ной концентрации)	л	10 – 15	3.5 ÷ 5.0
Лигносульфаты технические (марка 50%-ной концентрации)	л	15 – 20	1.4 ÷ 1.8
Техническая соль сильвинитовых отвалов (твердая)	кг	12 – 15	1.2 ÷ 1.6
Лигнодор	л	20 – 40	1.4 ÷ 1.87
Сырые нефти	л	15 – 45	0.7 ÷ 1.0

Так, для сравнения количественных характеристик подавления пылевого загрязнения приземной атмосферы на поверхностных комплексах и технологических автодорогах были разработаны и использованы различные технологии обработки водой или предварительной пылегазонейтрализации (водовоздушные форсунки конусного и зонтичного типов ОЗ-1, ОК-1м).

По данным осуществленного натурного исследования наиболее эффективным средством снижения запыленности технологических (карьерных или подъездных рудничных) автодорог со щебеночным покрытием оказалась обработка их поверхности специальными пылесмачивающе-связывающими материалами (таблица 4.5).

Учитывая, что на исследуемой местности имеется 3 источника водоснабжения с различными физико-химическими характеристиками воды, то все они были исследованы на эффективность пылеподавления. Дополнительно исследованию были также подвергнуты растворы поверхностно-активных веществ (ПАВ), растворы некоторых солей, омагниченная вода, и вода, прошедшая электрическую обработку.

Оценивающими исследованиями было установлено, что наиболее эффективным средством подавления пыли является водопроводная вода с добавлением (0,5÷0,4) % полиакриламида (ПАА). Аналогичной эффективностью обладает эта же вода, подвергнутая специальной магнитной обработке.



Рисунок 4.8. Эффективность обеспыливания поливом автодорог [по данным автора]: 1 – первичная обработка асфальтового покрытия; 2 – первичная обработка щебеночного покрытия; 3 – повторная обработка асфальтового покрытия; 4 – повторная обработка щебеночного покрытия.

Кроме того, для пылеподавления на автодорогах и отвальном поле автором было испытано пылесвязывающее вещество – универсин, который позволяет снизить запыленность воздуха до нормативного уровня на срок от 20 до 30 суток, при расходе 2 л/м² при первичной обработке и 0,5 л/м² при повторном поливе.

Кроме того, на технологических автодорогах, по которым перевозят руду, также были исследованы различные рецептуры растворов содержащих смолу АБ, которые показали, что при движении автомашин в первые дни (до

5 суток) практически отсутствует пылевыведение, но по мере «старения» такой обработки оно резко возрастает (рисунок 4.8.).

При удельном расходе смолы АБ, на автодорогах с асфальтовым покрытием равным 0,3–0,5 дм<sup>3</sup>/ м<sup>2</sup>, а покрытых щебнем – 0,8–1,0 дм<sup>3</sup>/ м<sup>2</sup>, срок эффективного действия ее возрастает до 18–19 суток (таблица 4.4).

Для закрепления пыли на поверхности осыпей обнажений и пляжных зонах хвостохранилищ обогатительных фабрик был применен 0,2 % раствор полиакриламида.

Предложенные составы на основе полиакриламида и универсина являются менее экологически вредными и более эффективными, чем применяемые в настоящее время составы.

Таблица 4.4 – Значения запыленности воздуха на обочине (в 5 м) автодороги после повторной обработки [по данным автора]

Значение запыленности воздуха после покрытия, количество дней, мг/м <sup>3</sup>					Расход смолы на 1 м <sup>2</sup> обочины дороги	
5	10	15	20	25	щебеночное покрытие	асфальтовое покрытие
0.6	1.0	1.5	2.8	5.8	0.8÷1.0	
0.56	0.75	1.25	2.01	4.6		0.3 ÷ 0.5

В таблице 4.14 приведены данные запыленности воздуха на околоствольном дворе в точках мониторинга в зависимости от расхода пенного раствора.

Таблица 4.14 - Запыленность воздуха в точках мониторинга после пенного пылеподавления на бункерном хозяйстве [по данным автора]

Точка мониторинга	Запыленность воздуха, мг/м <sup>3</sup>	Расход пенораствора, л/т
Площадка загрузки руды в автосамосвалы	1.95	7
	1.26	10
	0.95	13
У воздухоприемной штольни	2.0	7
	1.46	10
	1.00	13
У пульта управления опрокидывателем	4.63	7
	2.77	10
	1.10	13
У пульта управления вибропогрузкой	4.75	7
	2.80	10
	1.20	13

Введение в пенообразующий раствор до 20 % по весу антифризных добавок (солей Na и K) придает ему морозоустойчивость, что позволяет использовать данный способ при температуре до -20 °С.

## ВЫВОДЫ

В диссертации решена актуальная научно-техническая задача выявления и снижения пылевого воздействия горно-перерабатывающих предприятий цветной металлургии на окружающую среду. Разработанные технические решения базируются на результатах исследования влияния различных факторов на распространение и осаждение минеральной пыли, выбрасываемых в приземную атмосферу горно-металлургическими предприятиями.

**1.** Выявлена территория зараженной почвы по аномальным содержаниям свинца и цинка, неблагоприятная для дальнейшего использования.

**2.** Установлен региональный фактор миграции вредных элементов (атмосферной) и возможного негативного влияния на вечные ледники (твердые запасы воды).

**3.** Доказано, что пониженное барометрическое давление требует снижения фактического уровня загрязнителей в единице объема на величину барометрического коэффициента, численно равного отношению фактического барометрического давления воздуха к нормальному его давлению.

**4.** Предложены эффективные и мобильно-информативные, нанотехнологические методы прогнозирования для горно-промышленных объектов Северного Кавказа, где перевозка геоматериалов осуществляется автотранспортными многотонниками.

**5.** Доказано, что пылегазонейтрализация на погрузочно-доставочных и бульдозерных работах эффективно может быть обеспечена применением универсина при расходе его 0,2 л/м<sup>2</sup> поверхности.

**6.** Разработанные и предложенные методики в диссертации можно применять при составлении прогнозно-исследовательских, экологических карт в аналогичных территориях Кыргызстана (Кумтор, Талдыбулак, Жеруй и т.д.), Узбекистана (Зеравшан, Навои, Замберек и т.д.) и Казахстана.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

**1. Воробьев, А.Е.** Экспериментальные исследования влияния высокогорных условий рудников и электрических сил на пылезагрязнение территорий [Текст] / А.Е. Воробьев, М.З. Мадаева // Известия ВУЗов Кыргызстана. – 2019.- № 12. - С. 25-30.

**2. Воробьев, А.Е.** Исследование влияния запыленности на литосферу и снижение пыления на технологических дорогах [Текст] / А.Е. Воробьев, М.З. Мадаева, А.А. Хаджиев // ЖАГУ: Наука. Образование. Техника, 2020. - № 3. - С. 11-19. – Режим доступа:

<https://drive.google.com/file/d/1i1KmYAXJ3BGXNWSkt9DEXcO7Mgh7Ne2o/view>

- 3. Алборов, И.Д.** Анализ методов эколого-геохимической оценки промышленной зоны горной Осетии [Текст] / И.Д. Алборов, К.В. Тедеев, С.А. Суншев [и др.] // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2007. С. 149 – 153. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-metodov-ekologo-geohimicheskoy-otsenki-promyshlennoy-zony-gornoy-osetii/viewer>
- 4. Алборов, И.Д.** Экология вредного воздействия добычи геоматериалов [Текст] / И.Д. Алборов, Ф.Г. Тедеева, М.З. Мадаева // ГИАБ. - 2007. - № 6.– С. 157-160. – Режим доступа: [https://giab-online.ru/files/Data/2007/6/9a\\_Alborov10\\_3kom.pdf](https://giab-online.ru/files/Data/2007/6/9a_Alborov10_3kom.pdf)
- 5. Алборов, И.Д.** Полное использование добытых геоматериалов – основа повышения экологической безопасности эффективности получения металлов [Текст] / И.Д. Алборов, Ф.Г. Тедеева, М.З. Мадаева // ГИАБ. - 2007. - № 6. – С. 154-156. – Режим доступа: [https://www.giab-online.ru/files/Data/2007/6/9a\\_Alborov10\\_3kom.pdf](https://www.giab-online.ru/files/Data/2007/6/9a_Alborov10_3kom.pdf)
- 6. Алборов, И.Д.** Подавление пыли на технологических дорогах и автомагистралях горнодобывающей отрасли Северного Кавказа [Текст] / И.Д. Алборов, В.И. Сарбаев, М.З. Мадаева // СКГМИ: Устойчивое развитие горных территорий, 2011. - С. 119-123. – Режим доступа: <http://naukagor.ru/Portals/4/2011/2011,%20№4.pdf?ver=2020-07-31-001512-073>
- 7. Алборов, И.Д.** Трансформация природной среды под влиянием горноперерабатывающего комплекса в условиях среднегорья Центрального Кавказа [Текст] / И.Д. Алборов, К.В. Тедеев, М.З. Мадаева [и др.] // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2018. - № 3. - С. 98–105. – Режим доступа: [https://giab-online.ru/files/Data/2018/3/98\\_105\\_3\\_2018.pdf](https://giab-online.ru/files/Data/2018/3/98_105_3_2018.pdf)
- 8. Тедеев, К.В.** Геоэкологические факторы, влияющие при переработке руд в отрогах гор Северного Кавказа [Текст] / К.В. Тедеев, М.З. Мадаева, О.Г. Бурдзиева [и др.] // Безопасность жизнедеятельности. - 2018. - № 3. - С. 12-18. – Режим доступа: <http://novtex.ru/bjd/bgd2018/annot03.html#4>
- 9. Сарбаев, В.И.** Защита окружающей среды от запыления карьерным автотранспортом [Текст] / В.И. Сарбаев, М.З. Мадаева, М.А. Меретуков // Транспорт: наука, техника, управление, 2012. - С. 7-8.
- 10. Патент 2713796** Российская Федерация, МПК51 В 65 G 5/00, G 21 F 9/24 Способ захоронения жидких стоков в геологической среде [Текст]/ А.Е. Воробьев, М.З. Мадаева, К.А. Воробьев [и др.] // ФГБОУ ВПО «ГНТУ имени акад. М.Д. Миллионщикова» заявл. 13.06.18; опубл. 07.02.20, Бюл. № 4 – 6 с.: ил. – Режим доступа: [https://viewer.rusneb.ru/ru/000224\\_000128\\_0002713796\\_20200207\\_C2\\_RU?page=1&rotate=0&theme=white](https://viewer.rusneb.ru/ru/000224_000128_0002713796_20200207_C2_RU?page=1&rotate=0&theme=white)
- 11. Патент 2710155** Российская Федерация, МПК51 В 65 G 5/00, E 02 D 29/00 Способ захоронения жидких отходов [Текст]/ А.Е. Воробьев, М.З. Мадаева, К.А. Воробьев [и др.] // ФГБОУ ВПО «ГНТУ имени акад. М.Д. Миллионщикова» заявл. 15.06.18; опубл. 24.12.19, Бюл. № 36 – 12 с.: ил. – Режим доступа: [https://viewer.rusneb.ru/ru/000224\\_000128\\_0002710155\\_20191224\\_C2\\_RU?page=1&rotate=0&theme=white](https://viewer.rusneb.ru/ru/000224_000128_0002710155_20191224_C2_RU?page=1&rotate=0&theme=white)

## РЕЗЮМЕ

**диссертации Мадаевой Марет Зайндиевны на тему: «Технологии снижения пылевого загрязнения окружающей среды полиметаллическими рудниками Северного Кавказа» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.36 – геоэкология**

**Ключевые слова:** горные предприятия, пылевые выбросы, миграция пыли, загрязнение прилегающих территорий, поведение пыли в почвах, технологии пыленейтрализации выбросов.

**Объектом исследования** являются пылевые выбросы предприятий горной промышленности.

**Предметом изучения** является минеральная пыль различных размеров (от крупных частиц до нано состояния), а также приземная атмосфера и почвы, прилегающие к объекту исследований.

**Цель исследования** диссертационной работы заключалась в всестороннем исследовании выбросов рудничной пыли рудных месторождений Северного Кавказа в приземную атмосферу, с выявлением областей загрязнений.

**Методы исследования** включили лабораторный и натурный эксперимент, моделирование, корреляционный и статистический анализ, метод просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения, метод электронно-зондового рентгеноспектрального микроанализа, рентгенографический анализ.

**Полученные результаты и новизна.** Впервые разработан оптимальный процент (02 %, 04 % с водой) содержания раствора полиакриламида, который удерживает распространение пыли на большие сроки (15-18 дней). Выделены геохимические аномалии вредных элементов для данного горнорудного комплекса.

**Рекомендации по использованию.** Предложенные методы и разработки по борьбе с выбросами горнорудной пыли можно использовать в аналогичных горно-эксплуатационных регионах в частности на месторождениях Кыргызской и Узбекской Республики

**Область применения.** При составлении геоэкологических карт среднего и крупного масштаба горнорудных регионов, где осуществляется транспортировка горных пород и руд автотранспортом, экологических паспортов конкретных горнорудных, горно-металлургических комбинатов.

**Мадаева Марет Зайндиенанын 25.00.36 - геоэкология (техникалык илимдер) адистиги боюнча техникалык илимдердин кандидаты илимий даражасын алуу үчүн "Түндүк Кавказдын полиметалдык кендери менен айлана-чөйрөнү чандатуусун азайтуу технологиялары" темасына жазылган диссертациясынын РЕЗЮМЕСИ**

**Негизги ачкыч сөздөр:** тоо-кен ишканалары, чаңдын таратылышы, чаңдын миграциясы, чектеш аймактардын булганышы, топурактардагы чаңдын жүрүшү, чаңды нейтралдаштыруу технологиялары.

**Изилдөөнүн объектиси** - тоо-кен ишканаларынан чыккан чаңдар.

**Изилдөө предмети** болуп ар кандай өлчөмдөгү минералдык чаң (чоң бөлүкчөлөрдөн nano абалына чейин), ошондой эле жер үстүндөгү атмосфера жана изилдөө объектисине жанаша жаткан топурак саналат.

**Диссертациялык иштин изилдөөсүнүн максаты** Түндүк Кавказдагы тоо-кендеринен чыккан тоо-кен чаңдарынын жердин атмосферасына чыгышын, булгануу аймактарын аныктоо менен ар тараптуу изилдөө болгон.

**Изилдөө ыкмалары** лабораториялык жана табигый эксперименти, моделдөөнү, корреляциялык жана статистикалык анализди, жогорку резолюциялуу өткөргүч электрондук микроскопияны, рентген-электрондук зонд микроталдоону, рентгендик талдоону камтыйт.

**Алынган натыйжалар жана жаңылыгы.** Биринчи жолу чаңдын жайылышын узак мезгилдерге (15-18 күн) токтотуп турган, полиакриломид эритмесинин курамындагы оптималдуу пайызы (02 %, 04 % суу менен) иштелип чыкты. Бул тоо-кен комплекси үчүн зыяндуу элементтердин геохимиялык аномалиялары аныкталды.

**Колдонуу боюнча сунуштар.** Руда чаңынын таралышына каршы күрөшүү боюнча сунушталган ыкмаларды жана иштеп чыгууларды, ушул сыяктуу тоо кен иштетүүчү аймактарда, атап айтканда, Кыргыз жана Өзбек Республикасынын кендеринде колдонсо болот.

**Колдонуу чөйрөсү.** Тоо породалары жана рудалары автоунаа жолу менен ташылган орто жана ири масштабдуу тоо-кен аймактарынын геоэкологиялык карталарын түзүүдө, конкреттүү тоо-кен, тоо-металлдык металлургиялык комбинаттардын экологиялык паспортторун түзүүдө.



## SUMMARY

**Madaeva Maret Zayndievna's dissertations on the topic: "Technologies for reducing environmental dust contamination by polymetallic mines of the North Caucasus" for the degree of candidate of technical sciences in specialty 25.00.36 - geoecology**

**Keywords:** mining enterprises, dust emissions, dust migration, contamination of adjacent territories, behavior of dust in soils, dust neutralization technologies.

**Research object** are the dust emissions from the mining industry.

**Subject of study** is mineral dust of various sizes (from large particles to the nano state), as well as the surface atmosphere and soils adjacent to the object of study.

**Purpose of the study** dissertation work consisted in a comprehensive study of the emissions of mine dust from ore deposits in the North Caucasus into the surface atmosphere, with the identification of areas of pollution.

**Research methods** included Laboratory and Natural experiment, Modeling, Correlation and Statistical analysis, High-resolution Transmission Electron Microscopy, X-ray Electron Probe Microanalysis, X-ray analysis.

**Results obtained and novelty.** For the first time, developed the optimal percentage (02 %, 04 % with water) of the content of the polyacrylamide solution, which keeps the spread of dust for long periods (15-18 days). Have been identified the geochemical anomalies of harmful elements for the given mining complex.

**Recommendations for use.** The proposed methods and developments to combat emissions of ore dust can be use in similar mining regions, in particular at the deposits of the Kyrgyz and Uzbek Republics.

**Application area.** When compiling geoecological maps of medium and large scale mining regions, where rocks and ores are transported by road, environmental passports of specific mining, mining and metallurgical plants.



Формат 60x84 1/16. Объем 1,5 п.л.  
Бумага офсет. Печать офсет. Тираж 100 экз.

ЧП «Сарыбаев Т.Т.»  
г. Бишкек, ул. Раззакова, 49  
т. 0 708 058 368