

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

**ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ им. М.М. АДЫШЕВА
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ**

ИНСТИТУТ СЕЙСМОЛОГИИ НАН КР

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 (технические науки)

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

Бишкек - 2021

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 лабораторией «Прогноз землетрясений» Института сейсмологии Национальной академии наук Кыргызской Республики.

Бейшенкулова Динара Асанкановна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Охрана окружающей среды и экономика 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 РАН, Россия,
адрес: 460014, Россия, г. Оренбург, ул. Набережная, 29.

Защита состоится « ____ » октября 2021 года в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета 25.20.612 при Институте Геологии им. А.А. 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.
Доступ в bbbwebinar: <https://vc.vak.kg/b/25--2hu-lfc-uh9>

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеках Института Геологии им. А.А. Адышева НАН КР, по адресу: 720040, г. Бишкек, бул. Эркиндик 30 и Института сейсмологии НАН КР, по адресу: 720060, г. Бишкек, микрорайон Асанбай 52/1, а также на сайте ВАК КР: www.vak.kg.

Автореферат разослан « ____ » июня 2021 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат географических наук, доцент

Э.Т. Токторалиев

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 экогеосистемы 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, выносимые на защиту:

1. Выявленные площади техногенного загрязнения почв карьерами и рудниками цветной металлургии, определяемое аэральным разномом 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 полиакрилбензолной смолы, с расходом 1.0 – 1.2 л на 1 м², 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 д.т.н., академику АГН и МАНЭБ, заслуженному деятелю науки республики Северная Осетия, профессору А.Е. Воробьеву и д.г.-м.н., профессору О.Ш. Шамшиеву 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., Воробьев А.Е., Гофман К.Г., Гаспарьян Н.А., Галченко Ю.П., Ерзин А.Х., Иванов Б.А., Колосов А.В., Коваль Е.Т., Лемешев М.Я., Реймерс Н.Ф., Трофимов В.Т., Федоренко Н.П. Также стоит выделить труды М.В. Корневой, А.П. Красавина, И.И. Медведева, Г.Г. Мирзаева, В.В. Новикова, М.Е. Певзнера, А.В. Потапова, В.В. Семенова, Хохрякова, Ю.В. Шувалова, по Северо-Кавказскому региону И.Д. Алборова, А.Е. Воробьева, в Кыргызстане – Абдувалиева А.М. 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. - Геомеханика отвальных работ на карьерах - М.: Недра, 1972г, Стрельцов В.И., Кузнецов С.В., Иофис М.А., Фисенко Г.Л. и др.); подземные и поверхностные воды (Харионовский А.А., Румынин В.Е., Мироненко В.А.); атмосферу (Филатов С.С., Пененко В.В., Михайлов В.А., Кудряшов В.В., Битколов Н.З., Бересеневич П.В., Адушкин В.В. – К вопросу о механизме разрушения прочных скальных пород подземным взрывом, М. ГИАБ - 2021г.); земельные ресурсы (Томаков П.И., Овчинников В.А., Коваленко В.С., Дриженко Ю.Н., Горлов В.Д.).

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 пыленейтрализации 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 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 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 свойственных приземной загрязненной атмосфере (таблица 1).

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 (см. рисунок 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



Рисунок 2 - Начало Алагирского ущелья (Северная Осетия, РФ)

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. В результате осуществленных

натурных исследований была установлена динамика изменения содержания пыли у штольни №22 Архонского рудника в воздухе ущелья в течение светового дня (см. рисунок 3).

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 (см. рис. 3.5 – а, в диссертации).

Эти данные показывают положительный тренд и эффективность применяемой технологии обеспыливания.

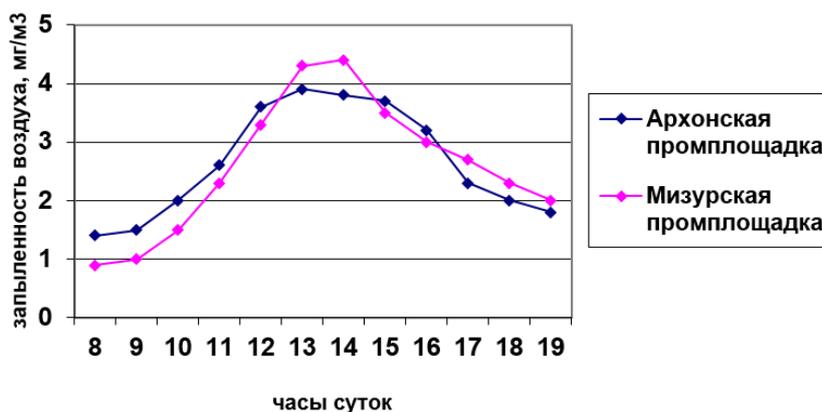


Рисунок 3 -Запыленность воздуха в приземном слое атмосферы в течение светового дня

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, $мг/м^3$;

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 (см. рисунок 4).

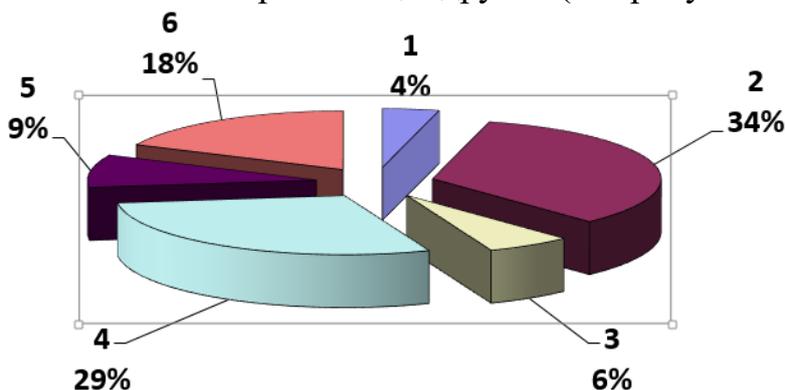


Рисунок 4 - Количественное соотношение значений пылевого загрязнения на карьерах Северного Кавказа, происходящее от производственных процессов: 1 – бурение взрывных скважин; 2 – осуществление массового взрыва; 3 – произвольной экскавации и погрузки горно-рудной массы; 4 – перевозка горно-рудной массы; 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 (см. рисунок 5).

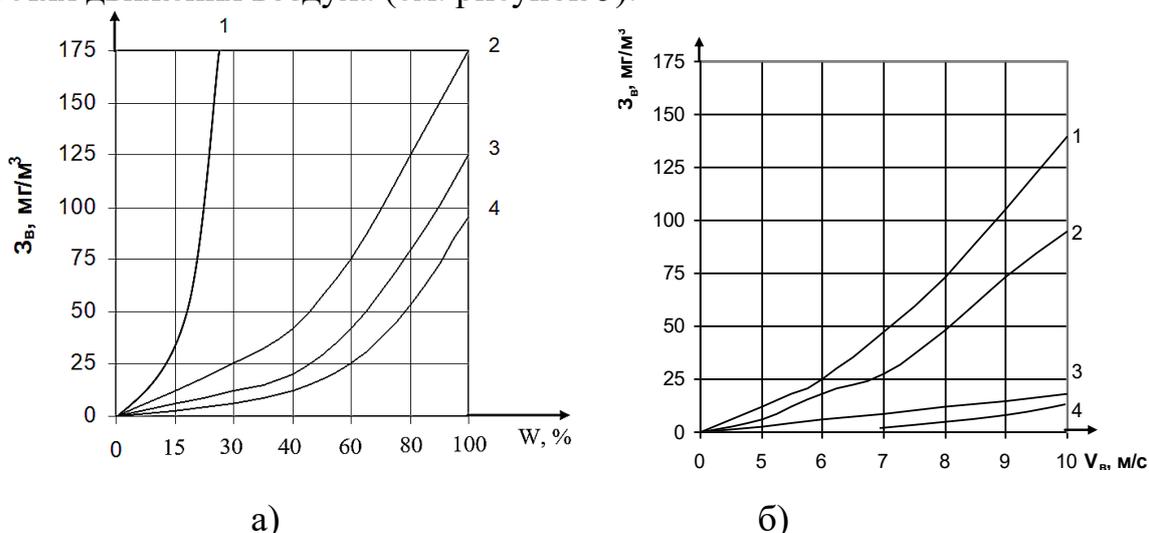


Рисунок 5 - Кривые изменения запыленности воздуха $Z_{в}$ от неорганизованных источников (пылящие поверхности) при скорости ветра $V_{в}$, в зависимости: а) от исходного материала, влажность $0.1 \div 0.2 \%$: 1 – наваленная руда с $f = 12 \div 14$; 2 – скарнированные мрамора, $f = 13 \div 15$; 3 и 4 – 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 *SiO₂*, *FeO*, *Fe₂O₃*, *Al₂O₃* и др., а также карбонатов *CaCO₃* и *MgCO₃*, 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 км². 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 (см. рисунок 6).

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.

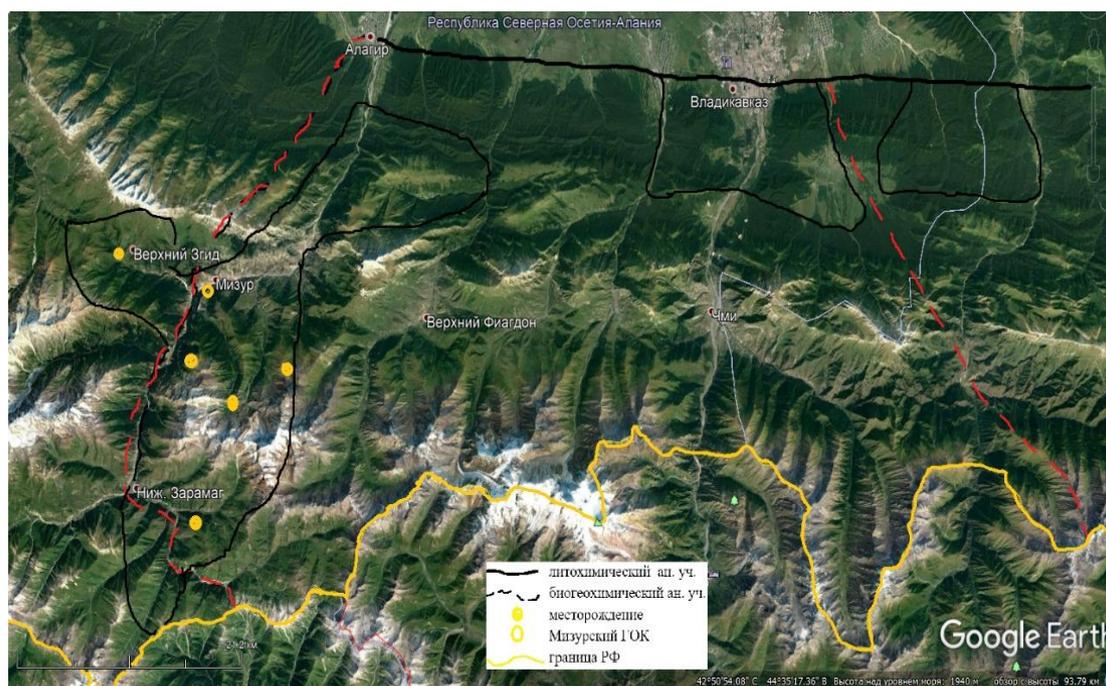


Рисунок 6 - Ареал рассеивания химических элементов от Садонского рудника

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 разрушением 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.

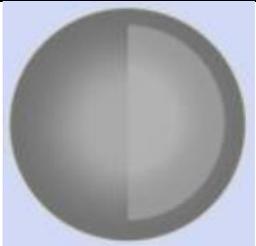
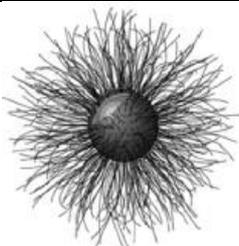
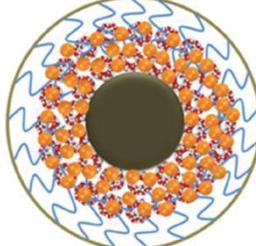
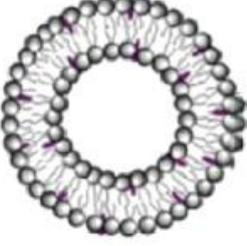
Необходимо отметить, что аномальный участок техногенного геохимического загрязнения почв, расположенный южнее г. Владикавказа, по обоим берегам р. Терека, имеет изометричную площадь, и является более комплексным (т.к. включает те же химические элементы, а также дополнительно *W* и *Cd*). Ядерную часть 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 аэрального 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 2 - 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 аэральный разнос газопылевых выбросов металлургических заводов, что приводит к формированию аномального участка площадью в сотни км² 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 2).

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 (см. рисунок 7), что подтверждает техногенное происхождение почвенного загрязнения этими химическими элементами.

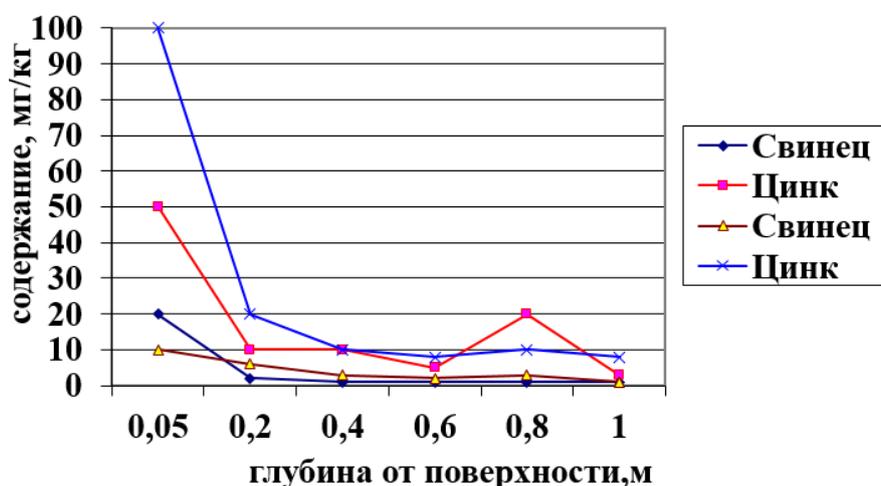


Рисунок 7 - Изменение содержания Zn и Pb в почвенном профиле в районе деятельности Садонского СЦК

Валовое распределение Zn и Pb относительно их предельно-допустимых концентраций в поверхностном слое почв показано на рисунке (см. рисунок 8):

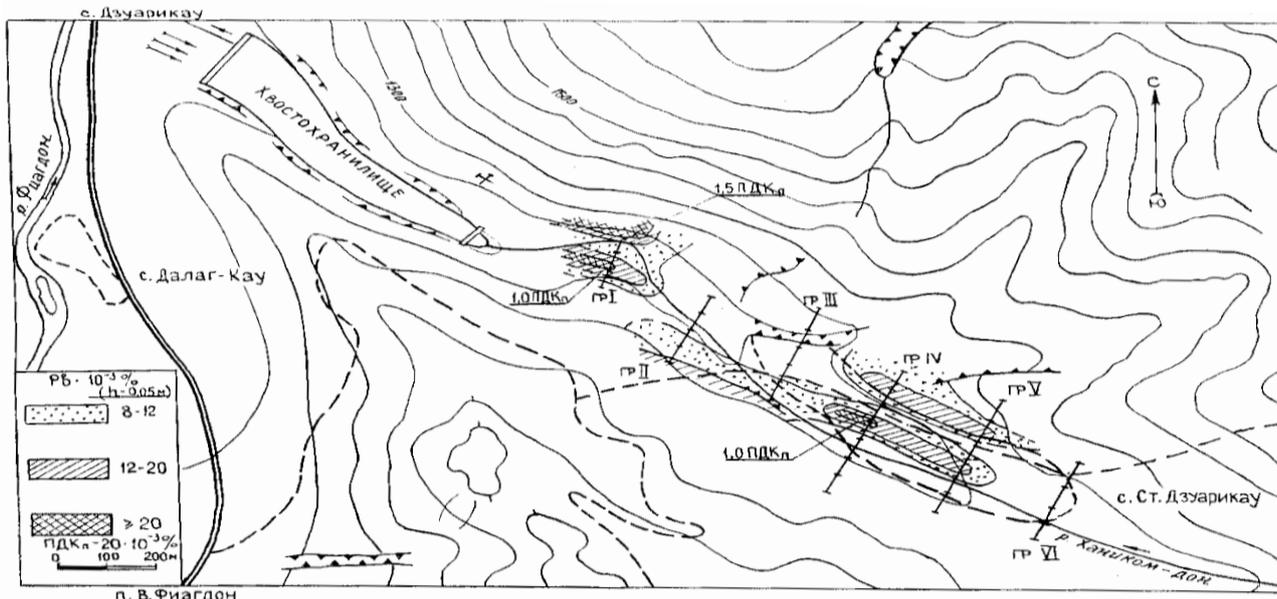


Рисунок 8 - Распределение свинца и цинка в поверхностном слое почв (район ст. Дзаурикау)

Среди всего многообразия пыли, поступающей в окружающую среду от горных предприятий и металлургических заводов, наиболее активной в физико-химическом аспекте, оказались её наночастицы (см. рисунок 9), что объясняется их высокой поверхностной активностью.

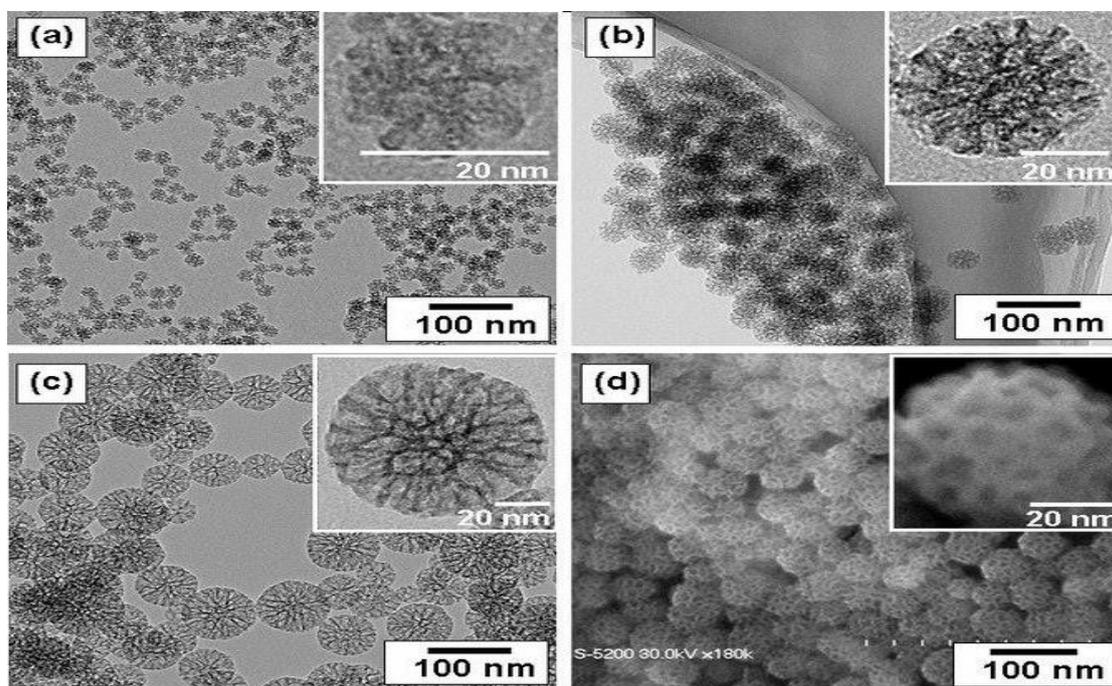


Рисунок 9 - ПЭМ-изображения мезопористых наночастиц SiO₂, со средним диаметром (фото Nandiyanto, 2019): а) 20 нм, б) 45 нм; и в) 80 нм. SEM-изображение д), соответствующее б)

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 (см. рисунок 10) и изменение их первоначальных химических форм.

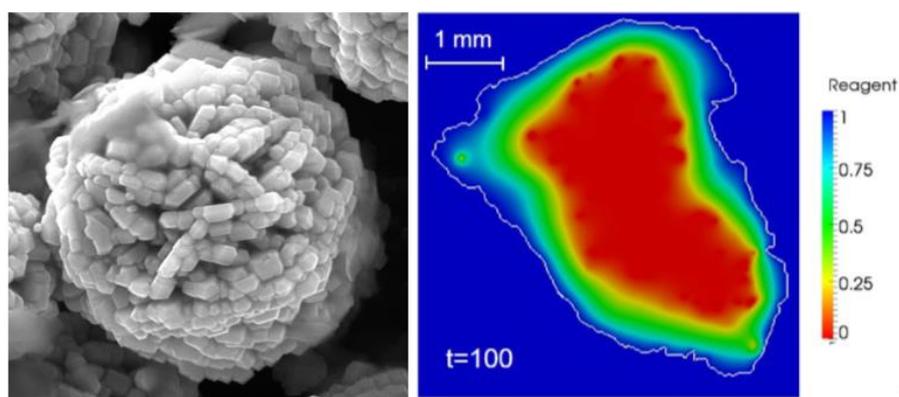


Рисунок 10 - Последовательное выщелачивание сферической наночастицы под влиянием почвенных растворов

Это было обусловлено тем, что по сравнению с объемными 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 (см. рисунок 11).

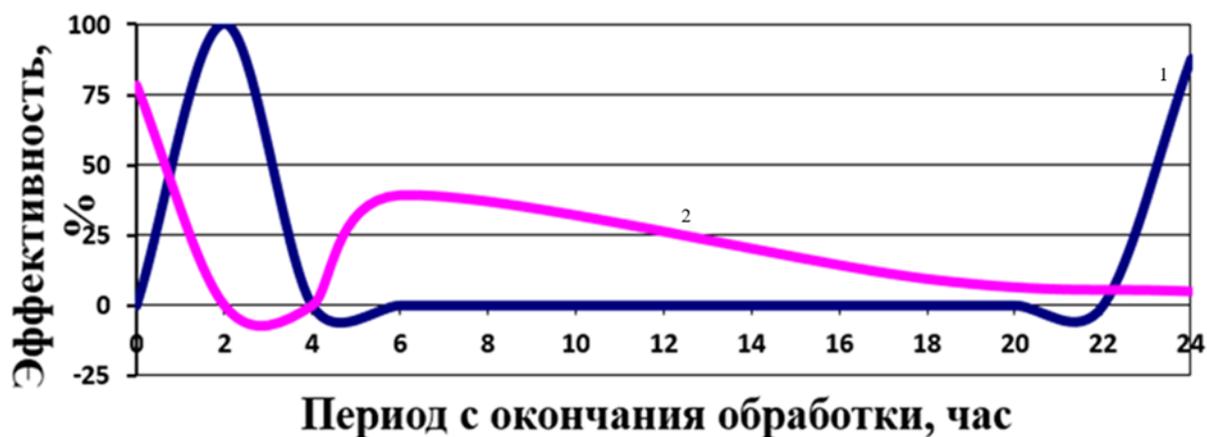


Рисунок 11 - Эффективность пылеподавления на технологических карьерных автодорогах: 1 – вода; 2 - ПАА

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 (см. табл. 3).

Таблица 3 - Значения продолжительности обеспыливающего действия материалов после первой обработки покрытий

Материал	Единица измерения	Срок эффективного действия, сут.	Норма расхода на 1 м ² 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
Лигносультаты 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

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.

Оценивающимися 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 12 - Эффективность обеспыливания поливом автодорог (по данным автора) [12]:

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 пылевыделение, но по мере «старения» такой обработки оно резко возрастает (см. рисунок 12).

При удельном расходе смолы АБ, на автодорогах с асфальтовым покрытием равным 0,3–0,5 дм³/ м², а покрытых щебнем – 0,8–1,0 дм³/ м², срок эффективного действия ее возрастает до 18–19 суток (см. табл. 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 – Значения запыленности воздуха на обочине (в 5 м) автодороги после повторной обработки (по данным автора) [13]

Значение запыленности воздуха после покрытия, количество дней, мг/м ³					Расход смолы на 1 м ² 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 табл. 5 приведены данные запыленности воздуха на околоствольном дворе в точках мониторинга в зависимости от расхода пенного раствора.

Таблица 5 - Запыленность воздуха в точках мониторинга после пенного пылеподавления на бункерном хозяйстве (по данным автора) [13]

Точка мониторинга	Запыленность воздуха, мг/м ³	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.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И 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.

Основные выводы заключаются в следующем:

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/м² 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

В журналах, рекомендованных ВАК КР:

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 №12. 2019. - 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 // Наука. Образование. Техника. № 3. – Джалал-Абад (Кыргызстан), ЖАГУ. 2020. - с. 11-19. – Режим доступа: <https://drive.google.com/file/d/1i1KmYAXJ3BGXNWSkt9DEXcO7Mgh7Ne2o/view>

В журналах, рекомендованных ВАК РФ:

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-gornoj-osetii/viewer>

4. Алборов, И.Д. Экология вредного воздействия добычи геоматериалов [Текст] / И.Д. Алборов, Ф.Г. Тедеева, М.З. Мадаева // ГИАБ № 6. 2007. – С. 157-160. – Режим доступа: 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 № 6. 2007. – С. 154-156. – Режим доступа: 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 // Устойчивое развитие горных территорий. СКГМИ. 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

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 № 3. 2018. 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.

Патенты на изобретения:

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 «ГГНТУ 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

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 «ГГНТУ 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

РЕЗЮМЕ

Диссертации Мадаевой Марет Зайндиевны на тему: «ТЕХНОЛОГИИ СНИЖЕНИЯ ПЫЛЕВОГО ЗАГРЯЗЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИМИ РУДНИКАМИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.36 - Геоэкология (технические науки).

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.

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

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

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 горно-рудного комплекса.

Рекомендации по использованию. Предложенные методы и разработки по борьбе с выбросами горно-рудной 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 горно-рудных регионов, где осуществляется транспортировка горных пород и руд автотранспортом, экологических паспортов конкретных горно-рудных, 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, чандын ыргытылышы, чандын миграциясы, чектеш аймактардын булганышы, топурактардагы чандын жүрүшү, чанды нейтралдаштыруу технологиялары.

Изилдөөнүн объектиси - тоо-кен ишканаларынан чыккан чандар.

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

Изилдөө ыкмалары жана шаймандары. Эмгекте теориялык изденүү ыкмалары, атайын адабият булактарын жалпылоо жана анализдөө, экспериментти пландоо, лабораториялык жана табигый эксперименттерди, моделдөөнү, корреляциялык жана статистикалык анализди жүргүзүү, ошондой эле жогорку тактыктагы жарык өткөрүү электрондук микроскопия ыкмасы жана электрондук-зонддук рентгендик-спектралдык микроанализ ыкмалары колдонулган. Чөгүлгөн чандын минералдык курамы түздөн-түз рентгенографиялык анализ аркылуу аныкталды.

Алынган натыйжалар жана жаңылыгы. Биринчи жолу чандын 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 ыргытылышына каршы күрөшүү боюнча сунушталган ыкмаларды жана иштеп чыгууларды, ушул сыяктуу тоо 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 (technical sciences).

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.

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 and equipment... The work used the methods of theoretical search, generalization and analysis of special literary sources, experimental planning, laboratory and field experiments, modeling, correlation and statistical analysis, as well as high-resolution transmission electron microscopy and the method of electron probe X-ray spectral microanalysis. The mineral composition of the deposited dust was directly determined by X-ray analysis.

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

Recommendations for use. The proposed methods and developments to combat emissions of ore dust can be used 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.

