

ОТЗЫВ

официального оппонента

**на диссертацию на соискание ученой степени кандидата
географических наук Сычевой Дарьи Геннадьевны на тему:
«Тяжелые металлы и металлоиды в почвах и дорожной пыли городов
Бурятии в зоне влияния угольных ТЭС: источники загрязнения,
фракционирование и экологический риск», по специальности 1.6.12 –
физическая география и биогеография, география почв и геохимия
ландшафтов**

Диссертационная работа посвящена важной научной проблеме исследования влияния угольных ТЭС как источника техногенного загрязнения, а также оценке экологического риска в результате этого воздействия.

Актуальность выбранной темы связана с тем, что главными источниками загрязнения в городах Улан-Удэ, Гусиноозерск и Северобайкальск) Байкальской природной территории являются предприятия ТЭЦ, работающие на угле, выбросы которых негативным образом могут сказываться на здоровье населения.

Цель исследования - оценка эколого-геохимического состояния городов Бурятии с развитым топливно-энергетическим комплексом по данным о содержании ТММ в почвенном покрове, дорожной пыли и их фракции PM_{10} .

Научная новизна. В работе впервые изучен микроэлементный состав содержания ТММ в микрочастицах городских почв и дорожной пыли ряда городов Байкальского региона с развитым топливно-энергетическим комплексом. Установлены пространственные закономерности и факторы концентрирования ТММ в фракции размером до 10 мкм, проведена оценка уровней канцерогенной и неканцерогенной опасности аккумуляции ТММ в городских почвах и пылевых выпадениях.

Автор принимал участие в полевых исследованиях по опробованию городских почв, выполнению химических анализов, гранулометрическому определению состава почв и техногенной пыли, а также статистической обработке данных. Отобранное количество проб почвы в соответствии с функциональным зонированием городов, включая фоновые участки (Улан-Удэ – 232, Гусиноозерск – 79, Северобайкальск – 57) обеспечивает надежность выводов о характере техногенного загрязнения ТММ и экологическом риске в различных функциональных зонах.

Диссертация состоит из введения, 6 глав и заключения. Объем работы составляет 191 страницу в том числе, 36 таблиц и 75 рисунков. Список литературы включает 325 источника, из них 207 иностранных.

В первой главе представлен обстоятельный литературный обзор отечественных и зарубежных работ по влиянию угольных ТЭС на городские ландшафты, использования городских почв и дорожной пыли для эколого-геохимической оценки состояния городских ландшафтов.

Вторая глава работы выполнена в классическом стиле, в которой автором представлена физико-географическая характеристика городских ландшафтов Улан-Удэ, Гусиноозерска и Северобайкальска. В этой главе представлены результаты по функциональному зонированию территории и выявлению источников техногенного загрязнения. Приведена исчерпывающая характеристика климата и гидрографии, геологического строения и рельефа, почвенно-растительного покрова.

В третьей главе подробно изложены методы исследований, использованные в работе, включающие полевые, аналитические и математические методы обработки данных. Автором лично собран полевой материал при проведении экспедиционных работ, а также выполнен ряд почвенно-химических анализов. Подробно рассмотрены используемые в работе геохимические и санитарно-гигиенические показатели. Концентрирование элемента в фракции дорожной пыли PM_{10} целом рассчитывалось на основе показателя D_x . Оценка риска для

здоровья при воздействии ТММ, поступающих с почвенными частицами, производилась с помощью модели, совместно разработанной Федеральным центром гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана и Американского агентства по охране окружающей среды US EPA.

Особо хочу отметить высокий профессиональный уровень соискателя при использовании различных математических моделей, таких как метод регрессионных деревьев с построением дендрограмм для выявления и анализа геохимических барьеров фиксации ТММ. Автор использовал метод PMF (positive matrix factorization) для идентификации оценки вклада различных источников в накопление ТММ.

В 4-й главе представлены результаты по г. Улан-Удэ, тогда как в 5-й главе – по г. Гусиноозерск и Северобайкальск. Удобным для сравнения результатов анализа представляется одинаковая структура анализа геохимических факторов выполненных, анализ почвенно-геохимического фона, физических и химических свойств почвы. Анализ содержания ТММ также проведен по единому шаблону: 1) Накопление металлов и металлоидов в почвенном покрове и фракции PM_{10} ; 2) Природные и антропогенные факторы аккумуляции ТММ в почвах; 3) Источники ТММ в почвах и их фракции PM_{10} . Классификация геохимических барьеров фиксации ТММ в почве и пыли проводилась на основе типологии, предложенной М.А. Глазовской.

Интересный результат установлен для г. Улан-Удэ, где анализ фракции PM_{10} выявил, что $Zn(79,6\%)$, как фактор печного отопления, может быть отдельным источником загрязнения.

В последней, 6-й главе, выполнена эколого-геохимическая оценка загрязнения Улан-Удэ, Гусиноозерска и Северобайкальска, которая включает следующие направления: 1) Суммарное загрязнение почвенного покрова и дорожной пыли ТММ; 2) Оценка экологического риска для здоровья населения; 3) Сравнительный анализ загрязнения почвенного покрова Улан-Удэ, Гусиноозерска и Северобайкальска.

Хочу особо отметить высокое (полиграфическое) качество картографических материалов, представленных в данной работе. Это уже готовые материалы для атласа экогеохимической оценки трех городов Бурятии.

Аннотация диссертации построена по принципу обоснования 5-ти защищаемых положений, в которых раскрывается решение сформулированных 5-ти задач диссертационной работы.

В первом защищаемом положении — доказываем, что геохимический профиль почв и дорожной пыли Улан-Удэ сформирован ассоциацией Cd, Pb, Zn, Cu, Sb, поступающих с эмиссиями топливно-энергетического комплекса, промышленности и транспорта, тогда как в Гусиноозерске и Северобайкальске влияние угольной энергетики и транспорта образует локальные аномалии Sr, Mo, Zn, Cd, Pb. В результате в малых городах Гусиноозерске и Северобайкальске загрязнение менее выражено, тогда как в Улан-Удэ сформировались обширные зоны с высоким и максимальным уровнем загрязнения, особенно в центральной части города, где сосредоточены основные источники выбросов.

Второе защищаемое положение — это обоснование ключевой роли органического углерода в аккумуляции в почвах ТММ (Co, Sr, Sb, Zn, Cd, Cu, Mo) в Улан-Удэ и Северобайкальске, в Гусиноозерске — оксидов железа (Co, Ni, V, Cr, W, Sb). Эти результаты были получены автором при построении дендрограмм в зависимости от свойств почвы (рН, удельной электропроводности, содержания физической глины $PM_{10}; C_{org}$) и функционального назначения территории, которые определяют геохимическую нагрузку и специфику загрязнения каждой функциональной зоны. Соискатель установил, что уровни техногенного загрязнения в Северобайкальске и Гусиноозерске максимально связаны с функциональным зонированием территории, тогда как в Улан-Удэ наблюдается наложение ореолов загрязнения от источников из разных функциональных зон.

В третьем защищаемом положении доказано, что в Улан-Удэ преобладающая доля ТММ по сравнению с почвой накапливается в мелкодисперсной фракции PM_{10} . Это связано с тем, что в Улан-Удэ отмечается повышенная промышленная и транспортная нагрузка – главные факторы образования техногенной фракции пыли PM_{10} . Тогда как в Гусиноозерске и Северобайкальске в связи с меньшим уровнем техногенной нагрузки существенной разницы в концентрации ТММ в почве и пыли не наблюдается.

Использование модели PMF позволило математически оценить вклад различных источников в техногенное загрязнение. В четвертом защищаемом положении отмечено, что во всех городах (Улан-Удэ, Гусиноозерск и Северобайкальск) основной источник поступления ТММ в почву и пылевую фракцию PM_{10} – это сжигание угля, автомобильный транспорт и бытовые отходы (67-83% объясненной дисперсии содержания ТММ). Приоритетным источником ТММ в почвах и фракции PM_{10} трех городов является сжигание угля на ТЭС и при печном отоплении, что объясняет 28-37% общей дисперсии ТММ. Другие дополнительные источники загрязнения – это железнодорожный транспорт и промышленное производство.

В пятом защищаемом положении доказано, что развитие неканцерогенных и канцерогенных рисков от загрязненных ТММ почвенных частиц городах увеличивается с ростом техногенной нагрузки и максимально в Улан-Удэ. По канцерогенной опасности риска для детей ТММ формируют ряд $As > Pb > Co > Ni > Cd$. Неканцерогенный риск для детей (средний уровень) отмечается в Улан-Удэ. Канцерогенный риск для населения всех городов остается на низком уровне, наибольший вклад в его формирование вносит мышьяк As.

Практическая значимость и реализация результатов работы. Данная работа выполнялась в рамках РФФИ-РГО «Эколого-геохимическое состояние ландшафтов Байкальского региона в сфере воздействия городов

и горнопромышленных центров» и хоздоговора с ФГБУ УралНИИ «Экология» «Разработка интегрированной (интегральной) оценки антропогенного воздействия и состояния окружающей среды озера Байкал». Апробированные в работе новые методические принципы оценки состояния окружающей среды городов и экологического риска включены в ряд учебных курсов кафедры геохимии ландшафтов и географии почв.

Достоверность результатов работы и публикации. Работа, как уже отмечалось, характеризуется новизной, высоким теоретическим уровнем, логичностью и достоверностью полученных результатов. Автореферат соответствует основным положениям диссертации и отражает основное содержание диссертационной работы, выводы и рекомендации сформулированы четко и ясно. Представленные в диссертационной работе материалы опубликованы в 14 работах, из них 5 – в рецензируемых изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ. Полученные результаты докладывались на 7 международных и всероссийских конференциях.

В качестве замечания отмечу некорректную нумерацию рисунков в тексте диссертации: пропущен рисунок под номером 69, после рис.68 следует рис.70.

Указанное замечание не умаляет значимости диссертационного исследования. Диссертационная работа Сычевой Дарьи Геннадьевны «Тяжелые металлы и металлоиды в почвах и дорожной пыли городов Бурятии в зоне влияния угольных ТЭС: источники загрязнения, фракционирование и экологический риск» отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.6.12 – физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов, а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а

также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Сычева Дарья Геннадьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.12 – физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов.

Официальный оппонент:
доктор географических наук,
заведующий лабораторией эволюционной
биогеохимии и геоэкологии
ФГБУН Институт геохимии и аналитической
химии им. В.И. Вернадского РАН

Линник Виталий Григорьевич



30 апреля 2025 г.

Контактные данные:
Тел.: 8 926 247 2753, e-mail: linnik@geokhi.ru
Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:
25.00.23 – «Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов»

Адрес места работы:
119991, г. Москва, ул. Косыгина, д. 19.
ФГБУН Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН,
лаборатория эволюционной биогеохимии и геоэкологии
Телефон: 7(499) 137-14-84
e-mail: director@geokhi.ru

Подпись Линника В.Г. удостоверяю



30 апреля 2025 г.



Подпись Виталия Григорьевича