

**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**

Цель диссертационного исследования Д.Г.Сычевой – оценить эколого-геохимическое состояние городов Бурятии с развитым топливно-энергетическим комплексом – Улан-Удэ, Гусиноозерска и Северобайкальска по данным о содержании тяжелых металлов и металлоидов (ТММ) в почвах и дорожной пыли, в том числе в наиболее мелких частицах размером менее 10 мкм (фракции PM_{10}). Актуальность избранной темы определяется увеличением объемов выбросов в атмосферу от предприятий топливно-энергетического комплекса Забайкалья, что несет угрозу как для здоровья городского населения, так и для уникальных экосистем озера Байкал.

Для достижения поставленной цели соискателем были определены ассоциации загрязнителей и пространственные закономерности их распределения в зависимости от функционального зонирования городов, выявлены источники поступления ТММ, включая угли и золу тепловых электростанций (ТЭС). Проанализированы факторы, определяющие аккумуляцию ТММ в почвах и дорожной пыли, проведена оценка неканцерогенной и канцерогенной опасности поступления загрязнителей в организм человека. Научная новизна работы состоит в комплексном изучении состава почв и дорожной пыли городов Байкальского региона с развитым топливно-энергетическим комплексом. Впервые изучен микроэлементный состав фракции PM_{10} верхних горизонтов почв и дорожной пыли, выявлены пространственные закономерности и факторы накопления ТММ, определены источники поллютантов и рассчитаны их вклады в накопление ТММ в верхних горизонтах почв. Новым является комплексный сравнительный анализ загрязнения ТММ почвенного покрова и его тонкой фракции PM_{10} в различных функциональных зонах Гусиноозерска, Северобайкальска, Улан-

Удэ под воздействием выбросов угольных электростанций. Практическое применение результатов диссертационного исследования возможно для предотвращения негативных последствий загрязнения окружающей среды угольными электростанциями, разработки правил экологического мониторинга и подготовки рекомендаций по восстановлению загрязненных территорий.

Диссертационная работа, изложенная на 150 страницах печатного текста, состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 210 источников и приложения. Текст диссертации ясный, написан в хорошем научном стиле, хотя и не лишен подчас стилистических и терминологических неточностей. Исследование основано на обширном фактическом материале, полученном лично автором в ходе полевого опробования и последующей лабораторной обработки. Всего были использованы результаты определения химического состава 368 проб почв и 60 проб дорожной пыли, а также 10 проб угля и золошлакоотвалов ТЭЦ. В пробах были определены уровни валового содержания ТММ и физико-химические показатели, определен гранулометрический состав и выделена для дальнейшего химического анализа фракция PM_{10} .

В исследовании автор поставил перед собой пять задач, в результате решения которых сформулировал пять защищаемых положений. В первом защищаемом положении отражены геохимические особенности почв и дорожной пыли трех обследованных городов, охарактеризован состав техногенных геохимических аномалий, возникающих в результате воздействия тепловых электростанций. Во втором положении описаны факторы, определяющие аккумуляцию ТММ и различия состава почв в функциональных зонах городов. В третьем положении доказано, что фракционирование ТММ в почвах и дорожной пыли зависит от уровня антропогенной нагрузки – при интенсивном загрязнении происходит накопление ТММ во фракции PM_{10} , а при слабом такое накопление не проявляется. В четвертом положении доказывается, что общими источниками ТММ в обследованных городах являются сжигание угля, автомобильный транспорт и бытовые отходы. Наконец, в пятом защищаемом положении,

основанном на результатах оценки угрозы здоровью населения, проведено ранжирование ТММ по уровню канцерогенной опасности и показано, что уровень неканцерогенных и канцерогенных рисков от загрязненных почвенных частиц увеличивается с ростом техногенной нагрузки и достигает наибольших значений в Улан-Удэ.

Диссертация Сычевой Д.Г. соответствует специальности 1.6.12 – физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов, а именно следующим ее направлениям: 9. Геохимия ландшафтов и гидрохимия ландшафтов; 10. Экогеохимия нано- и микрочастиц в окружающей среде и их картографирование; 17. Оценка воздействия хозяйственной деятельности на окружающую природную среду, ландшафты и здоровье населения.

Обоснованность положений, вынесенных на защиту и достоверность полученных результатов определяется большим и репрезентативным фактическим материалом, использованием современных методов химических анализов, применением апробированных методов многомерного статистического анализа и значительным числом публикаций по теме исследования, в том числе в рецензируемых изданиях Scopus, Web of Science, RSCI.

Дискуссионными, на мой взгляд, являются в работе три момента. Во первых, в результате идентификации и количественной оценки источников ТММ в почвах, выполненной с помощью технологии Source Apportionment (рецепторной модели PMF), все выделенные геохимические ассоциации элементов интерпретированы как результат влияния каких-либо техногенных источников. При этом неясно, учитывает ли модель различия состава литогенной основы. Как можно понять из текста диссертации, почвообразующие породы исследуемых районов неоднородны, поэтому в почвах значительно варьирует величина рН, гранулометрический состав, содержание водорастворимых солей. Исходя из этих различий, результаты моделирования можно интерпретировать по-другому. Например, первый фактор, который автор интерпретирует как фактор, связанный с сжиганием

угля на ТЭС и при печном отоплении и который определяет поступление V, Co, Cr, Ni можно интерпретировать как фактор накопления на хемосорбционном барьере, о чем идет речь в другой части диссертации.

Второе спорное утверждение – отнесение ТЭЦ в г. Улан-Удэ к источникам Ni, V и Cr. Сопоставление концентраций ТММ в золе ТЭЦ-1 Улан-Удэ и в почвах (таблицы 8 и 13 диссертации) показывает, что в золе углей, используемых в городе, содержание ТММ, кроме Sr, V и Mo, меньше, чем во фракции PM_{10} почв. Содержание Ni, Cr в золе углей примерно равно среднему содержанию в почвах города. Поэтому золоотвалы ТЭЦ не могут быть источником поступления ТММ. Вместе с тем, V и Ni являются наиболее характерными индикаторами сжигания жидкого топлива. Вероятно, источниками V и Ni является автотранспорт.

Третий дискуссионный момент – равномерное распределение ТММ между фракциями почв в Гусиноозерске и Северобайкальске, а также повышенное содержание многих ТММ в фоновых почвах по сравнению с их фракцией PM_{10} . Не является ли это следствием потерь при фракционировании, которое, как следует из описания методики, проводилось путем неоднократного добавления в пробу дистиллированной воды? В подтверждение возможной потери можно привести следующий факт: в почвах Улан-Уде содержание практически всех ТММ меньше, чем во фракции PM_{10} , что вполне очевидно, учитывая большое количество выпадающих из атмосферы поллютантов. Однако для стронция, активного водного мигранта с высоким коэффициентом водной миграции, эта разница минимальна, что хорошо объясняется потерей водорастворимых форм Sr при отделении фракции PM_{10} в водном растворе.

Частные замечания к работе следующие:

Для определения геохимического “фона” почв подсчитано среднее арифметическое значение. При этом нет данных, была ли проведена проверка распределения (нормальное или нет). Очень часто распределение концентрации металлов в почвах не является нормальным. Возможно, правильнее было использовать среднее геометрическое или медиану.

Одним факторов, от которых зависит аккумуляция металлов в почвах и дорожной пыли, автор указывает содержание оксидов железа и марганца. В тексте встречается упоминание вычисленных соотношений Ca/Al . При этом в методическом разделе не указано, что в почвах и пыли были определены макроэлементы. В тексте на приведены количественные данные о концентрации Ca , Al , Fe_2O_3 , MnO . Поэтому приходится верить автору “на слово”.

Не вполне корректно употребление термина “кларк литосферы”, часто встречающегося в тексте диссертации. Правильнее как в автореферате – “кларк верхней части континентальной земной коры”.

Неудачно сформулировано третье защищаемое положение: “В почвах и дорожной пыли Улан-Удэ большинство ТММ накапливается в мелкодисперсной фракции PM_{10} ”. Это предложение можно понять так, что есть мелкодисперсные и крупнодисперсные фракции PM_{10} .

Одна из поставленных задач сформулирована следующим образом: «Выявить ассоциации ТММ-приоритетных загрязнителей и пространственные закономерности их распределения в почвах ... и дорожной пыли Улан-Удэ на разных типах дорог». Исходя из содержания диссертации, проведено исследование не разных типов дорог, а дорог с разной интенсивностью движения транспорта.

Встречаются разночтения в обозначениях кларка концентрации. Обычно используется англоязычное обозначение CC , но иногда, на стр. 17 – русскоязычное KK .

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация 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 (по географическим наукам), 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 диссертаций 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 сектором геоэкологии
Института проблем освоения Севера
Тюменского научного центра Сибирского отделения РАН
«Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки, федеральный
исследовательский центр»

Московченко Дмитрий Валерьевич

 16.04.2025

Контактные данные:

тел.: 7(922)4883211, e-mail: moskovchenko1965@gmail.com

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:

25.00.23 – физическая география и биогеография, география почв и геохимия
ландшафтов

Адрес места работы:

625026, Тюменская обл., г.Тюмень ул. Малыгина, д. 86,
Тюменский научный центр СО РАН, Институт проблем освоения Севера
Тел.: +7(3452)688766; e-mail: ipos@ipos.ru

Подпись сотрудника

ТюмНЦ СО РАН Д.В. Московченко

удостоверяю

