

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию на соискание ученой степени кандидата географических наук Васильчук Джессики Юрьевны на тему: «Фракционирование тяжелых металлов и металлоидов в снеге, дорожной пыли, почвах и донных отложениях в бассейне реки Сетунь (юго-запад Москвы)» по специальности 1.6.12 – физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов

Изменение геохимического статуса компонентов городских ландшафтов является закономерным следствием разнонаправленных процессов техногенного воздействия. Современные города, в особенности мегаполисы, характеризуются сложной историей развития, планировочной структурой, функциональным зонированием, распределением и специализацией промышленности, плотностью и загруженностью улично-дорожной сети. Все эти факторы наряду с природными условиями определяют химическое состояние депонирующих сред. Вместе с тем, поскольку в пределах единого речного бассейна снежный и почвенный покров, дорожная пыль и донные отложения связаны геохимическими потоками, они в свою очередь являются вторичными источниками загрязняющих веществ. Хотя центральной проблемой урбогеохимии остается выявление закономерностей накопления тяжелых металлов и металлоидов (ТММ) в городских ландшафтах, изучению накопления элементов в наиболее опасных в экологическом и санитарно-эпидемиологическом отношении микрочастицах уделяется сравнительно мало внимания. В этой связи, актуальность избранной Джессикой Юрьевной темы не вызывает сомнений.

Диссертация имеет проработанную логичную структуру, состоит из введения, 6 глав, заключения, списка литературы и приложения и изложена на 221 странице. Работа хорошо иллюстрирована и содержит 62 рисунка, 29 таблиц и 6 приложений. О глубоком понимании автором изучаемой научной проблемы свидетельствует обширный список литературы, состоящий из 424 наименований, из которых 267 на английском языке.

Введение состоит из стандартных разделов и дает представление об актуальности и степени разработанности изучаемой научной проблемы, направленности и цели исследования, его новизне и значимости.

В главе 1 изложен обзор современных представлений об источниках, поведении, миграции и аккумуляции, потенциальной опасности ТММ в снежном и почвенном покрове, дорожной пыли и донных отложениях в условиях урбанизации. Обосновывается выделение и анализ элементного состава фракций пыли, почв и отложений размером 1-10 и до 1 мкм.

В главе 2 подробно охарактеризованы физико-географические условия и функциональная структура территории исследования, а также описаны методы

исследования, включая подходы к геохимической съемке сопряженных компонентов урболандшафтов, методы химического и инструментального анализа и обработки и интерпретации данных.

Основное содержание работы представлено в главах 3-6, каждая из которых завершается краткими выводами. В главе 3 проведен анализ физико-химических свойств снеговых осадков, выпадающих на территории исследования, и трансформации макро- и микроэлементного состава их жидкой и твердой фазы в зависимости от интенсивности и характера антропогенного воздействия. С использованием методов многомерной статистики выделены парагенетические ассоциации элементов в растворенной и взвешенной форме. В результате установлено, что влияние автотранспорта приводит к увеличению минерализации снеговых вод, доли взвешенных форм ТММ и содержания твердых частиц по сравнению с фоновой территорией. Фракция PM_{10} снеговой пыли обогащена Sb, Cu, Cd, Bi, Zn, Pb и W (первое защищаемое положение).

В главе 4 рассмотрены условия формирования состава уличной пыли в зависимости от интенсивности автомобильных потоков. На основе индивидуальных и комплексных геохимических показателей выявлены различия по содержанию элементов во фракциях дорожной пыли разной размерности. Показано, что уровень загрязнения ТММ с уменьшением размера фракции от PM_{1000} до PM_1 увеличивается от среднего и высокого до очень высокого уровня. Обогащение фракций PM_1 и PM_{1-10} Sb, Bi, Zn, Cu и Sn связано с транспортными выбросами, а As с промышленными выбросами и поступлением из загрязненных почв (второе защищаемое положение).

Обоснованию третьего и четвертого защищаемых положений посвящена глава 5. В главе представлены результаты изучения геохимического состояния почв: установлена специализация придорожных и фоновых почв, закономерности радиального и латерального распределения ТММ в зависимости от функционального назначения территорий, источники поступления и особенности обогащения элементами отдельных гранулометрических фракций почв в условиях различной интенсивности техногенного воздействия. Выявлено, что в придорожных почвах и их фракциях PM_1 и PM_{1-10} суммарное загрязнение уменьшается по сравнению с дорожной пылью до среднего и высокого уровня. Cd, Sb и Zn поступают во фракцию PM_{1-10} почв преимущественно из дорожной пыли, а во фракцию PM_1 – с транспортными выбросами (третье защищаемое положение). Автор не ограничился геохимическими и статистическими методами анализа состояния почв урбанизированной территории, но и провел санитарно-гигиеническую оценку опасности загрязнения почв приоритетными ТММ. Также в главе проанализированы особенности накопления ТММ в валовых пробах и фракция донных отложений р. Сетунь и ее притоков в результате чего сделан

вывод о том, что в бассейне р. Сетунь промышленное и транспортное воздействие привело к загрязнению фракций PM_1 и PM_{1-10} донных отложений рек Cd, Sb, Cu и Zn (четвертое защищаемое положение).

Заключительная 6 глава посвящена сопряженному анализу элементов в депонирующих средах, результаты которого имеют большое практическое значение. Предложенный автором всеобъемлющий единообразный комплекс методов и подходов к определению моно- и полэлементных аномалий, индивидуального и суммарного загрязнения, происхождения и вклада источников поступления элементов в сопряженные компоненты урболандшафтов, позволяющий систематизировать полученные результаты и выявить индикаторы техногенного воздействия в городских условиях. В результате во фракции PM_{10} снеговой и дорожной пыли, почв и донных отложений выявлена универсальная геохимическая ассоциация Cd-Sb-Zn, обусловленная транспортными и промышленными выбросами.

В заключении сформулированы основные выводы диссертации.

Достоверность полученных результатов обеспечена обширным фактическим материалом, отвечающим требованиям массовости и однородности, полученным автором в течение многолетних исследований с использованием стандартных химико-аналитических и современных прецизионных инструментальных методов. Обработка и анализ полученных наборов данных выполнены с применением комплекса сравнительно-географических, геохимических, статистических и картографических методов.

Научная новизна представленного исследования состоит в получении представительных наборов данных по широкому диапазону макро- и микроэлементов в валовых пробах и тонких фракциях снега, дорожной пыли, почв и донных отложений Западной Москвы. Результаты диссертации вносят весомый вклад в понимание процессов перераспределения потенциально опасных элементов в микрочастицах в системе «снег – дорожная пыль – почвы – донные отложения» в условиях урбанизации. Важным практическим результатом исследования является разработка и апробирование методики выделения фракций PM_1 и PM_{10} из образцов почв, пыли и донных отложений центрифугированием с предварительной ультразвуковой диспергацией. Оценка загрязнения снежного покрова, дорожной пыли, почв и донных отложений микрочастицами в бассейне р. Сетуни ранее не проводилась. Анализ микрочастиц в изучаемых депонирующих средах позволил автору выявить источники поступления и дать оценку их экологической опасности.

Представленная диссертационная работа оставляет хорошее впечатление, обладает внутренним единством и проработанной структурой. Автором проведена масштабная и многолетняя работа для получения фактического материала, на котором базируется исследование, выполнен тщательный анализ и интерпретация данных. Выдвинутые на защиту

положения доказаны, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, в должной мере обоснованы. Содержание автореферата соответствует содержанию рукописи диссертации.

Диссертационное исследование поддержано научными фондами. Основные положения и выводы исследования представлены на научных мероприятиях разного уровня. По теме диссертации опубликовано 12 работ, из них 4 в журналах, индексируемых Scopus, Web of Science, RSCI.

По тексту диссертации имеются следующие вопросы и замечания:

Дискуссионным представляется использование термина «фракционирование металлов» применительно к предмету исследования, а именно, распределению ТММ в частицах разной размерности в снеговой и дорожной пыли, почвах и донных отложениях. Подобная формулировка вводит в заблуждение, поскольку в практике эколого-геохимических исследований, как правило, имеется в виду химическое фракционирование соединений металлов методами последовательных или параллельных экстракций. Все же в тексте диссертации речь идет о разделении смеси твердых частиц, составляющих депонирующие среды, и выделении их наиболее тонких гранулометрических фракций.

Ключевым вопросом при планировании площадных геохимических исследований урбанизированных территорий является выбор схемы заложения участков отбора проб. Судя по рис. 2.5 и описанию полевых методов, автором был избран метод случайной выборки снега и поверхностных горизонтов почв. Однако, данный подход не обеспечивает равномерного покрытия территории необходимого, с одной стороны, для построения геохимических полей и обнаружения неочевидных аномалий, с другой стороны, не в полной мере обеспечивает требования случайности и независимости выборочного измерения. Важно отметить, что стремление к отбору проб почв в импактных зонах и вдоль дорог может привести к завышению усредненной оценки опасности загрязнения почв исследуемого речного бассейна.

Хотелось бы уточнить некоторые аспекты, касающиеся статистической обработки исходных данных. Проверилась ли гипотеза о законе распределения элементов в пробах и отдельных их фракциях? Неопределенность с законом распределения обычно ведет к выбору непараметрических критериев, особенно при малых выборках. Проводилась ли предварительная трансформация исходных данных при вычислении описательных характеристик, корреляционном и кластерном анализе?

Результаты сравнительного анализа обогащения и контрастности накопления элементов в различных гранулометрических фракциях пыли, почв и донных отложений были бы более убедительными, если бы были подтверждены статистически. Однофакторный и/или многофакторный

дисперсионный анализ позволил бы выделить ключевые различия между компонентами городских ландшафтов по значениям коэффициентов EF и Dx.

К работе есть пожелания и небольшие замечания, не снижающие высокое качество проведенных исследований:

– На стр. 3 диссертации имеют место опечатка и неточность «Тяжелые металлы и металлоиды – одни из наиболее опасных и токсичных загрязнителей. К ТММ относятся элементы с атомной массой больше 23...». В источнике имеются в виду элементы от V до U, т.е. от 23 до 92 по порядку. Применительно к ТММ корректнее использовать термин «загрязняющее вещество», а не «загрязнитель».

– На карте функционального назначения (рис. 2.5) стоило указать названия основных дорог, промышленных кластеров и парков, т.к. далее в тексте автор делает отсылки к данным объектам при анализе загрязнения компонентов городских ландшафтов.

– В тексте диссертации отсутствует обоснование выбора почв Сатинской учебной базы в качестве фоновых.

– В тексте диссертации отсутствует нумерация формул.

– На дендрограммах кластерного анализа (рис. 3.11–3.13) не обозначен критический уровень объединения при заданных объемах выборок.

– Для характеристики снеговой и дорожной пыли, почв используются геохимические спектры ТММ (рис. 3.2, 4.2, 5.4), однако формулы расчета КК и КР не приводятся.

– Методика оценки почв по санитарно-гигиеническим показателям (стр. 128-129) должна быть описана в соответствующем разделе главы 2. Используемые автором ГН 2.1.7.2041-06 и ГН 2.1.7.2042-06 утратили силу и фактически заменены СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

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 Джессика Юрьевна Васильчук заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.12 – физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов.

Официальный оппонент:
кандидат географических наук,
старший научный сотрудник
научно-исследовательской лаборатории мониторинга биосферы
Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»

КОНСТАНТИНОВА Елизавета Юрьевна

06 декабря 2023 г.

Контактные данные:

тел.: +7(982)782-37-54, e-mail: konstantliza@gmail.com

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:
25.00.36 – Геоэкология (науки о Земле)

Адрес места работы:

344090, Ростов-на-Дону, просп. Стачки, д. 194/1,

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», научно-исследовательская
лаборатория мониторинга биосферы Академии биологии и биотехнологии им.
Д.И. Ивановского

Тел.: +7(863) 218-40-00 доб.11413; e-mail: kons@sfedu.ru

Подпись официального оппонента Е.Ю. Константиновой заверяю
Директор Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Южный федеральный университет»



К.Ш. Казеев