



«Утверждаю»

Директор Федерального

государственного бюджетного учреждения науки

«Институт географии им В.Б. Сочавы СО РАН»

Владимиров Игорь Николаевич

5 декабря 2024 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Бямбасурэн Цагааны «Эколого-геохимические особенности почвенно-растительного покрова г. Улан-Батор», представленной на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21 Геоэкология

Актуальность исследования. Во всём мире состояние окружающей среды, которая постоянно подвергается антропогенному воздействию, является важным показателем качества жизни. Современные аналитические методы обеспечивают разноплановой информацией, однако одновременное применение большого числа оказывается затратным с одной стороны, а с другой, возникает вопрос как обрабатывать эти полученные огромные массивы данных, чтобы сделать достоверные выводы. В настоящее время наблюдаются следующие подходы: 1) использование узконаправленного или «модного» аналитического метода, когда сознательно исследователи ограничивают круг определяемых элементов или малоприспособленным для конкретного объекта методом; 2) подключение многомерных геостатистических моделей обработки, результаты которых значительно зависят от полноты обрабатываемых данных. В первой главе на примере литературных данных показано, как изучение ограниченного списка элементов и использование математически неустойчивых моделей обработки у разных исследователей приводят к диаметрально противоположным выводам для одних и тех же объектов в одно и то же время. Ещё больше трудностей возникает при изучении сопряжённых сред. Таким образом, вопрос о выборе аналитических методов/методик и их комбинации для получения достоверных данных о химическом составе почв и растений; проблема структурирования первичных геохимических данных, а также способов и критериев оценки экологического состояния окружающей среды актуальны не только в практическом, но и в теоретическом, даже методологическом отношении.

Цели и задачи исследования. Цели исследования сформулированы диссертантом правильно и полностью соответствует как реальному содержанию работы, так и паспорту специальности 1.6.21. Геоэкология, в частности изучение состава и изменений природных сред (пункты 1 и 5 паспорта) и развитие основ методического обеспечения (пункт 14).

Для достижения целей (выявление эколого-геохимических особенностей почвенно-растительного покрова г. Улан-Батор и установление источников поступления микроэлементов в поверхностные почвы и растения, а также интерпретация выявленных геохимических связей) диссертанту надо было решить четыре задачи. Сперва изучить макро- и микроэлементный состав этих сред. Решение этой задачи позволяет практически подтвердить, основанные на теории информации, теоретические выводы о составленных рациональных схемах анализа сопряжённых сред "почва – растение", чтобы их

использовать для дальнейшего получения надёжной первичной геохимической информации при минимальных финансовых и временных затратах. И только после получения первичной геохимической информации выявить индексы загрязнения, наиболее полно описывающие экологическую ситуацию для городских почв и растений, а также оценить применимость статистических методов анализа и моделирования пространственных данных.

Достоверность результатов работы подтверждена фактическим материалом полевых и лабораторных исследований 600 проб почв и 42 пробы растительности; обработкой экспериментальных данных с помощью разнообразных многомерных методов статистического анализа.

Личный вклад автора заключается в выборе мест отбора образцов, отборе и приготовлении проб (более 600) к аналитическим исследованиям, вычислениях индексов загрязнения, показателей разведочного анализа данных, а также вариаций кластерного и факторного анализов.

Структура диссертационной работы. На рецензию представлена рукопись, изложенная на 232 страницах. В неё включено введение, пять глав основного текста, заключение, списка литературы (252 источника) и четырёх приложений. После каждой главы под названием «Выводы» приводится краткое изложение содержания этой главы. К сожалению, в работе отдельно не выделены списки терминов и определений, а также сокращений, что приводит к некоторым трудностям быстрого прочтения (**замечание № 1**).

Введение к диссертации имеет общепринятую форму представления, в которой обоснована актуальность исследования, поставлены цели и задачи работы, защищаемые положения, представлена методология исследований, изложена научная новизна, практическая значимость результатов, личный вклад, а также сведения об апробации. На защиту вынесено **три защищаемых положения**, которые обоснованы и подтверждают представленную научную новизну.

Первая глава (40 с.) является литературным обзором, в котором кратко описаны географические, климатические и геологические условия на изучаемой территории и показаны степень изученности элементного состава почв и растений города, а также используемые в мировой практике методы исследования сопряжённых сред и оценки экологического состояния почв. Литературный обзор объективен и хорошо отражает результаты разнообразных исследований почв г. Улан-Батор. Обсуждая методологию исследования Бямбасурэн Ц., демонстрирует компетентность, логичность, глубину анализа и обосновывает план предстоящего исследования.

Вторая глава (20 с.) раскрывает этапы отбора, подготовки и анализа проб почв и растений. Достаточно подробно описаны варианты рациональных схем и их характеристики в зависимости от аналитических возможностей методов, что позволяет составить итоговые малозатратные рациональные схемы химического анализа изучаемых сопряжённых сред. Вся детальная информация по пробоотбору и полученным результатам

анализа почв приведена в **Приложениях А.1 и А.2** (41 с.). Однако в работе не хватает более подробного примера расчёта показателя количества информации (**замечание № 2**).

Третья глава (45 с.) представляет основные результаты статистического разведочного анализа экспериментальных данных по 36 элементам и двум показателям в почвах. Более детальная информация о статистических результатах приведена в **Приложениях Б.1 и Б.2** (26 с.). Связь макроэлементного состава почв с почвенными показателями (рН и $C_{орг}$) и микроэлементным составом выявлены с помощью кластерного и факторного анализов. Убедительно продемонстрировано, чтобы правильно выделить источники природного и/или антропогенного загрязнения почв, выборка данных должна включать набор макро- и микроэлементов, а также показатели рН и $C_{орг}$. Применение кластерного анализа выделяет группы макроэлементов, которые отражают различные фракции почв и геохимическую структуру, ранее установленную с помощью дорогостоящих аналитических исследований другими исследователями. Однако осталось непонятным этот вид математической обработки данных полностью исключает необходимость аналитических исследований по установлению гранулометрического состава почв или нет (**замечание № 3**).

В небольшой по объёму **четвёртой главе** (11 с.) рассмотрены оценки эколого-геохимического состояния почвенного покрова города по результатам применения индивидуальных и комплексных индексов. С помощью геостатистического картирования сделаны выводы об источниках поступления рассматриваемого спектра химических элементов в течение всего времени проведённых наблюдений. Диссертант рассмотрел четыре индекса без обоснования почему именно эти показатели исследованы, хотя в таблице 1.3 приведён значительный список индексов (**замечание № 4**). В этой главе не хватает информации почему использованы четыре класса оценок (**замечание № 5**).

В **пятой главе** (21 с.) сделана попытка установления наиболее информативной оценки степени загрязнения почв с использованием биохимических характеристик древесных и травянистых растений в качестве индикаторов. Для этого определено 24 биофильных и токсичных элементов в почвах и вегетативных органах растений, были установлены ряды распределения элементов в последовательностях "почва – ветки – листья (хвоя)" для древесных растений, таких как тополь (*Pópulus trémula*) и лиственница (*Lárix sibirica*), и "почва – корни – стебли – листья – цветы" для травянистых растений, таких как одуванчик обыкновенный (*Taráxacum officinále*, *Taráxacum vulgáris*), подорожник (*Plantaginaceae*), чабрец (*Thymus L.*). Приведено интересное изучение элементных профилей чабреца, произрастающего в монгольской степи и на побережье оз. Байкал, в котором продемонстрировано влияние влажности на перенос элементов из почвы в растения, но сохранении генетической устойчивости вегетативных частей растения. Доказано, что показатели биохимических процессов характеризуют состояния почв только качественно из-за особенностей почвенно-растительного покрова г. Улан-Батор. Использование древесных и травянистых растений в качестве индикаторов экологического состояния почв города выявило только точечные потенциально опасные

участки, а для картирования территории оказалось необходимым увеличить число проб. Однако не указано какое число проб позволит выполнить достоверное картирование и какие растения должны быть индикаторами (**замечание № 6**).

Заключение содержит основные выводы проделанного исследования, которые сформулированы последовательно и соответствуют поставленным задачам диссертационной работы.

В целом **диссертационная работа и автореферат оформлены** добротнo, с соблюдением существующих ГОСТов и требований ВАК. Тексты диссертации и автореферата содержат незначительное число стилистически неудачных фраз. Фактических ошибок или опечаток немного. Диссертационная работа логически структурирована, иллюстрирована картами, рисунками, а соискатель предоставляет решение поставленных задач. Автореферат соответствует содержанию диссертации и отражает доказательства защищаемых положений. Однако подобные мелкие недочеты являются редкими событиями и не имеют существенного значения.

Заключение.

1. **Диссертация** Цагааны Бямбасурэн «Эколого-геохимические особенности почвенно-растительного покрова г. Улан-Батор» **является завершенной научно-квалификационной работой.**
2. **Научная новизна и практическая значимость** полученных результатов может быть базисом при выполнении мониторинговых работ для улучшения качества жизни в городе. Поскольку в диссертационной работе речь идёт о развитии методических подходов к организации геоэкологического мониторинга основных компонентов ландшафтов урбанизированных территорий и обеспечение их экологической безопасности.
3. **Диссертационная работа выполнена на высоком уровне.** Результаты имеют как прикладной характер, так и теоретическую значимость. Разработанные рациональные схемы анализа сопряжённых сред ориентированы на широкое применение в лабораториях геохимического и экологического профиля. Использование структуры первичной геохимической информации, которая содержит информацию о макро- и микроэлементном составе, а также показателей рН и Сор_г, позволяет более надёжно описывать элементный и вещественный составов почв, и строить карты с их пространственным распределением.
4. Представленная в диссертации совокупность новых экспериментальных данных представляется вполне достоверной и правильно интерпретированной.
5. Положения, выносимые на защиту, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, в целом обоснованы и соответствуют приведённым в диссертации экспериментальным данным.
6. Указанные замечания не меняют общую хорошую оценку рецензируемой диссертационной работы, не снижают научную и практическую ценность работы, и могут быть учтены при дальнейших исследованиях.

7. Диссертация и автореферат оформлены согласно требованиям действующих нормативных документов. Содержание автореферата и опубликованных трудов отвечает содержанию диссертации.
8. Основные результаты по теме диссертации изложены в 22 печатных работах, четыре из которых проиндексированы международными базами данных (Scopus, WoS и RSCI) и две опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ.

Таким образом, представленная к защите диссертация «Эколого-геохимические особенности почвенно-растительного покрова г. Улан-Батор» полностью соответствует критериям, установленным в пп. 9-11, 13 и 14 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N 842 «Положение о присуждении ученых степеней», а её автор, Цагааны Бямбасурэн, заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология.

Отзыв утвержден на заседании лаборатории геохимии ландшафтов и географии почв Федерального государственного бюджетного учреждения «Институт географии им В.Б. Сочавы», протокол заседания № 39 от 27.11.2024 г.

Белозерцева Ирина Александровна
заведующая лабораторией геохимии ландшафтов
и географии почв Федерального
государственного бюджетного учреждения
«Институт географии им В.Б. Сочавы»,
кандидат географических наук
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1
Тел. (3952) 42-70-89
E-mail: belozia@mail.ru

Белозерцева Ирина Александровна

Подпись Белозерцевой Ирины Александровны заверяю

