

**ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**  
**на диссертационную работу Цагааны Бямбасурэн**  
**«Эколого-геохимические особенности почвенно-растительного покрова г. Улан-Батор», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21 Геоэкология**

Диссертационная работа Цагааны Бямбасурэн посвящена **актуальной** геоэкологической проблеме техногенного загрязнения окружающей среды, вызванное процессами урбанизации. Предметом особого внимания в этом плане во всех странах мира является экологическая ситуация в мегаполисах.

Столица Монголии, г. Улан-Батор, испытывающая воздействие промышленных предприятий, топливной энергетики, частного сектора и транспорта, и характеризующаяся быстрым ростом численности населения, крайне нуждается в анализе экологического состояния городской среды. Несмотря на имеющиеся публикации о геохимии техногенных ландшафтов г. Улан-Батора, остаются мало изученными вопросы об источниках ряда потенциально токсичных элементов, формах их нахождения и миграции в почвенно-растительном покрове города.

В представленной к защите Цагааны Бямбасурэн диссертации и решается важная **научно-практическая задача** – выявление эколого-геохимических особенностей почвенно-растительного покрова г. Улан-Батор и установление источников поступления широкого спектра микроэлементов в изучаемые депонирующие среды.

Цагааны Бямбасурэн выполнила большую, интересную и содержательную научную работу, имеющую новизну, теоретическое и практическое значение.

**Новыми и весьма важными достижениями данной работы** являются три аспекта: 1) разработаны и апробированы рациональные схемы комплексирования лабораторно-аналитических методов для определения биофильных и токсичных элементов, подвижных форм их нахождения в сопряженных средах «почва – растение», что позволяет выполнять достоверное геостатическое моделирование распределения химических элементов в системе; 2) установлены геохимические особенности почвенного покрова, источники поступления макро-и микроэлементов в почвы на территории г. Улан-Батор с помощью многомерного статистического анализа с обязательным содержанием данных pH и Сорг; 3) выполнена оценка экологического состояния городских почв и растений на основе геостатистического картирования источников загрязнения в сочетании с индексами загрязнения почв и токсичности для растений (отношение Pb/Mn).

**Теоретическое значение** работы состоит в выявленных закономерностях миграции и накопления химических элементов, в т.ч. токсичных и биофильных, в системе «почва –

растение» в природно-техногенных условиях г. Улан-Батор с использованием геостатического моделирования и цифрового картирования геохимических данных.

**Практическая значимость работы** заключается в создании методологической основы для рациональных схем химического анализа состава почв и растений с целью получения первичной надёжной геохимической информации при минимальных финансовых затратах. Результаты исследования могут являться основой для разработки рекомендаций по минимизации техногенного воздействия на окружающую среду и здоровье населения для природоохранных органов города. Диссертационная работа вносит существенный вклад в совершенствование методов геоэкологического мониторинга на промышленно-урбанизированных территориях. Материалы исследований диссертанта при этом могут быть использованы в образовательном процессе при подготовке специалистов в области экологии и природопользования.

**Достоверность результатов работы** подтверждается обширным фактическим материалом по многолетним (2010-2019 гг.) полевым, лабораторным и камеральным исследованиям 600 проб почв и 42 пробы растительности; использованием современных высокочувствительных методов определения химического состава проб в аккредитованных лабораториях по аттестованным методикам; обработкой экспериментальных данных большим перечнем многомерных методов статистического анализа и ГИС-технологиями; грамотной интерпретации фактического материала.

**Апробация работы и публикации.** Основные положения и отдельные результаты исследования докладывались и обсуждались на научно-практических конференциях различного уровня. По теме диссертации опубликовано 22 научные работы, четыре из которых проиндексированы международными базами данных (Scopus, WoS и RSCI) и две опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ.

**Личный вклад.** В основу диссертационной работы положены результаты изучения большого количества проб почв и растительности (более 600 проб), отобранных и подготовленных, а также проанализированных с помощью методов геостатического моделирования и цифрового картирования при личном участии диссертанта во время выполнения работ в рамках международных договоров о научном сотрудничестве. Полученные новые научные, теоретические и практические результаты диссертантом, свидетельствуют о личном вкладе автора в решение сформулированных задач.

**Структура и объём работы.** Работа состоит из введения, пяти глав и заключения, изложенных на 232 страницах машинописного текста. Диссертация включает 29 таблиц, 57 рисунка, четыре приложения и 256 источников в списке литературы.

В своей диссертационной работе Цагааны Бямбасурэн выносит на защиту **три защищаемых положения**, которые четко аргументированы и отражают научную новизну выполненной работы.

**Введение** в диссертации написано по стандартной схеме – обоснована актуальность исследования, сформулированы цель и задачи работы, защищаемые положения, представлена методология исследований, изложена научная новизна, практическая значимость результатов, личный вклад, а также сведения об апробации.

**В первой главе диссертации** отражены физико-географические, природно-климатические, геологические, ландшафтно-геохимические условия, а также геоэкологические проблемы на территории г. Улан-Батор. Автором детально представлен литературный обзор результатов ранее выполненных исследований механического, элементного и вещественного составов почв и растительности города. Впечатляет тщательный анализ подходов российских и зарубежных исследователей к методикам отбора и подготовки почв и растений, лабораторно-аналитических исследований и обработке данных с помощью различных эколого-геохимических индексов, приемов математико-статистического аппарата и цифрового почвенного картирования. На основе данного обзора диссертантом выявлено, что в эколого-геохимических исследованиях почвенно-растительного покрова г. Улан-Батор уделяется внимание узкому спектру химических элементов и отдельным районам города, а также не в полной мере изучены особенности распределения и формы нахождения микроэлементов в компонентах природной среды. Данные вопросы автор и решал в своей диссертационной работе.

**Вторая, третья, четвертая и пятая главы** очень насыщены методическим и фактическим материалом, и отражают доказательства *трех защищаемых положений*.

**Вторая глава** посвящена методике и методам исследования. Диссертантом для достижения поставленных задач выполнялись отбор и подготовка проб почв и различных видов растительности (от травянистых до древесных) по площадной сети на территории г. Улан-Батор в течение четырех лет (2010-2019 гг.) в соответствии с нормативно-методическими и литературными источниками. При отборе проб были охвачены как административные, так и функциональные зоны города. Впечатляет большой арсенал применяемых современных методов определения рН, Сорг, концентрации валовых и подвижных форм макро- и микроэлементов в образцах (методы атомно-эмиссионной, атомно-абсорбционной и рентгенофлуоресцентной спектрометрии). На основе проведения большого комплекса лабораторно-аналитических исследований составлены и обоснованы рациональные схемы химического анализа проб сопряжённых сред «почва – растение» для получения наиболее полной и надёжной первичной геоэкологической информации.

**Третья глава** содержит результаты геостатистической обработки экспериментальных данных по рН, Сорг, содержанию каждого из 36 изученных макро-и микроэлементов в пробах почв с применением статистического разведочного анализа. С помощью кластерного, корреляционного и факторного анализов определены геохимические ассоциации макроэлементов с рН и Сорг, а также ассоциации микроэлементов, характеризующие влияние минерального состава почвы, геохимических барьеров и антропогенных источников на накопление элементов в почвах. Доказано, что в выборке геохимических данных обязательно должны быть показатели рН и Сорг для выполнения факторного анализа с целью определения источников загрязнения.

**В четвертой главе** приведены результаты оценки эколого-геохимического состояния почвенного покрова г. Улан-Батор с использованием индивидуальных (PI – индекс единичного загрязнения; Igeo – индекс геоаккумуляции) и комплексных индексов загрязнения (Zc – комплексный (суммарный) показатель загрязнения); IPI – индекс суммы загрязнений). Для пространственной визуализации ореолов загрязнения почвенного покрова выполнено цифровое картирование комплексных индексов загрязнения и распределения ассоциаций макро-и микроэлементов по данным факторного анализа на территории города. В итоге, на основе геостатистического картирования источников загрязнения в сочетании с индексами загрязнения почвы, определены районы города с различным уровнем загрязнения почв и сделаны выводы об источниках поступления рассматриваемого спектра химических элементов (автотранспорт, теплоэлектростанции, районы с юрточной застройкой, литогенные и педогенные).

**Пятая глава** посвящена изучению эколого-геохимического состояния г. Улан-Батор по данным анализа элементного состава травянистых и древесных растений. Приведены также результаты распределения 24 биофильных и токсичных элементов в сопряженных средах «почва – растение» в городских и фоновых условиях. Здесь детально описаны особенности распределения химических элементов в различных видах растительности и их частях (корни, листья, стебли и цветки). Показано, что отношения Pb/Mn и Fe/Mn в растениях являются эффективными индикаторами экологического состояния территории.

**В заключении** сформулированы основные выводы выполненного исследования.

**Список использованной литературы** довольно внушительный и состоит из 256 источников, часть из которых на английском языке.

**Замечания и вопросы по работе.** В качестве замечаний и вопросов по содержательной части работы Цагааны Бямбасурэн следует отметить следующее:

1. В главе 1 не приведена карта-схема размещения основных антропогенных источников загрязнения на территории г. Улан-Батор.

2. В таблице 1.3 следовало бы привести ссылки на литературные источники, откуда были взяты данные об индексах загрязнения, а также включить коэффициент биологического поглощения, который широко используется в эколого-геохимических и биогеохимических исследованиях.

3. В главах 2, 3, 4 и 5 не обоснован выбор местности Цонжин-Болдог, р-н Налайх (54 км от города) в качестве регионального фона для почв и некоторых видов растений при условии изученности многих фоновых районов в диссертационной работе.

4. В главе 3 на рисунках с диаграммами частотного распределения показателей почв (рН, Сорг, концентрация элементов) не представлены средние значения по выборке. В этой главе также стоило бы показать анализ данных с помощью статистических методов для фоновых районов, что могло бы способствовать обоснованию выбора регионального фона, который является очень важным аспектом в геоэкологических и эколого-геохимических исследованиях.

5. По главе 4 следующие замечания: а) не обоснован выбор расчета и анализа четырех индексов загрязнения почв в рамках диссертационной работы, хотя в главе 1 приведет довольно большой список индексов; б) в тексте, таблицах 4.1 и 4.2, и рисунке 4.1 представлена градация по уровню загрязнения почв согласно индексам (PI, Igeo, Zc), но не приведены ссылки на источники, содержащие информацию по этим градациям; в) сделан вывод о том, что значительная часть почв города находится в относительно благоприятной экологической ситуации, но было бы интересно увидеть согласно данным, по каким индексам сделаны эти выводы, поскольку существуют общепринятые градации по Zc по уровням загрязнения почв и экологической опасности, предложенные Ю.Е. Саефом с соавторами (1982; 1990 гг.) и дополненные Н.С. Касимовым с соавторами (2011, 2012 гг.); г) не уделено должного внимания сравнению полученных автором данных по концентрациям элементов в пробах с ПДК для валовых форм и ОДК для подвижных форм в почвах.

6. В главе 5 автору следовало бы привести свою позицию, какие виды растений и/или их части (корни, стебли, листья, цветы) являются максимально объективными индикаторами природно-техногенной обстановки в городе.

7. В работе представлено не совсем общепринятое использование некоторых терминов: 1) «зараженные почвы/территории; заражение» вместо «загрязненные/загрязнение»; 2) «индекс единичного загрязнения» вместо «коэффициента концентрации», предложенного Ю.Е. Саефом с соавторами (1982; 1990 гг.) и используемого для расчета суммарного показателя загрязнения (Zc).

Указанные замечания не снижают общего хорошего впечатления от работы, научную и практическую ценность диссертационной работы, носят рекомендательный характер и могут быть учтены при дальнейших исследованиях.

Автореферат соответствует содержанию диссертации и отражает доказательства защищаемых положений.

На основании вышеизложенного считаю, что представленная к защите диссертация Цагааны Бямбасурэн, является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решены задачи, имеющие существенное значение для геоэкологии.

Диссертационная работа «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. № 842 «Положение о присуждении ученых степеней», а ее автор, Цагааны Бямбасурэн, заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология.

Официальный оппонент:

профессор отделения геологии  
инженерной школы природных ресурсов  
федерального государственного  
автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»  
Россия, 634050, г. Томск, проспект Ленина, 30  
+7(3822) 60-63-33; tpu@tpu.ru;  
<https://tpu.ru>

доктор геолого-минералогических наук (1.6.21 – Геоэкология),  
доцент по кафедре геоэкологии и геохимии

*Тал*

Таловская Анна Валерьевна

Я, Таловская Анна Валерьевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.  
15 ноября 2024 г.

Подпись

Таловской Анны Валерьевны, заверяю.

И.о. ученого секретаря ТПУ



В.Д. Новикова