

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

**Фронтасьевой Марины Владимировны,**

кандидата физико-математических наук, доцента, советника при дирекции лаборатории нейтронной физики, Объединенный институт ядерных исследований (Дубна)  
на диссертацию

**Дзюба Екатерины Алексеевны**

**«Геохимическая идентификация антропогенной трансформации природной среды на территории Пермского края»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология (географические науки)  
в диссертационный совет Д 24.2.273.01  
при ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»

Диссертация Екатерины Алексеевны Дзюба посвящена изучению геохимических особенностей территории Пермского края.

**Актуальность исследования** обусловлена важностью исследования влияния антропогенной трансформации природной среды в связи с постоянным ростом антропогенной нагрузки в данном регионе. Особо актуальным видится изучение накопления металлов и мышьяка в почвах.

**Объектом исследования** является антропогенная трансформация природной среды.

**Предметом исследования** геохимические особенности и причинно-следственные связи распределения макро- и микроэлементов в почвенном покрове в результате антропогенной трансформации природной среды.

**Цель работы заключается в** геохимической идентификации антропогенной трансформации природной среды на территории Пермского края на основе установления регионального содержания ряда макро- и микроэлементов и техногенных процессов, оказывающих влияние на изменение геохимических особенностей.

Для достижения этой цели автор решает следующие **задачи**:

1. Дает характеристику природным и антропогенным факторам, влияющим на геохимические особенности территории Пермского края.
2. Выявляет региональное фоновое содержания ряда макро- и микроэлементов для территории Пермского края и природных районов Пермского края.
3. Дает характеристику геохимическим особенностям почв территорий, подверженных техногенному воздействию.
4. Предлагает природно-техногенное геохимическое районирование Пермского края.

### **Основные защищаемые положения**

1. Для территории Пермского края характерна лито-халькофильная специализация с накоплением в почве Cr, As и Ti, полученные средние фоновые содержания макро- и микроэлементов в почвах для Пермского края и природных районов Пермского края могут применяться как эталонные для выявления антропогенной трансформации природной среды.
2. Посттехногенная трансформация природной среды на территории Кизеловского угольного бассейна выражается в накоплении Co, Mn, Ni, As, Cr, Zn и Sr.
3. Под влиянием добычи калийно-магниевых солей в почвах на территории Верхнекамского месторождения происходит накопление Co, Mn, V, Cr, Zn и Fe.
4. Геохимическая дифференциация природной среды Пермского края обусловлена совместным воздействием техногенных и природных факторов.

**Структура диссертации.** Работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы и приложений. Материал работы изложен на 235 страницах и включает в себя 36 таблиц, 58 рисунков и 9 приложений.

*Глава 1. Современные представления о геохимических исследованиях.* В главе раскрываются теоретические основы геохимического исследования территорий, приводятся идеи и подходы ведущих специалистов в данной области. Рассматриваются различные классификации макро- и микроэлементов в геохимии и приводятся данные о влиянии техногенеза на распределение макро- и микроэлементов. Отдельно рассматривается влияние загрязнения нефтью, влияние при добыче калийных солей и при добыче каменного угля. В конце главы приводятся подходы по эколого-геохимическому районированию территорий и делается обзор по геохимическим исследованиям на территории Пермского края. Автор приходит к выводу, что в геохимическом смысле, территория Пермского края изучена фрагментарно, а имеющиеся геохимические районирования в большей степени являются литогеохимическими, характеризующими геологическую среду.

*Глава 2. Природные и антропогенные факторы, влияющие на формирование геохимических свойств на территории пермского края.* В главе дается подробная характеристика природных особенностей Пермского края, цитируются работы ученых, которые занимались их изучением. Представлено природное районирование территории, по которому регион делится на шесть природных районов: Северный Урал, Западный Урал, Средняя тайга, Южная тайга, Кунгурская лесостепь и хвойно-широколиственные леса. Приводится описание их природных особенностей и источников антропогенного

воздействия на геохимические свойства почв этих районов. Отдельно выделяется роль добычи нефти по всему региону (около 200 месторождений нефти и газа). Описывается Верхнекамское месторождение калийных солей как один из источников антропогенного воздействия, которое находится на севере региона, а также Кизеловский угольный бассейн, на территории которого на данный момент прекращена добыча каменного угля. Это территории со сложившейся неблагоприятной экологической обстановкой.

**Глава 3. Методы и материалы исследования.** В начале главы приводится общая схема исследования, которая включает в себя четыре основных этапа. Изложена методика геохимического обследования почв. Для измерения содержания химических элементов в почве автором применялся метод РФА. Также проводилось определение нефтепродуктов, определение физико-химических свойств почв (таких как рН, содержание углерода и др.). По результатам определения содержания элементов автором рассчитывался показатель суммарного загрязнения почв, коэффициенты накопления и рассеяния элементов, оценивалось превышение нормативов ПДК (ОДК), строились геохимические ряды, проводилась статистическая обработка данных и кластерный анализ. Далее приводится описание территорий исследования: фоновых и испытывающих антропогенную нагрузку. В качестве фоновых взяты особо охраняемые природные территории как участки с наименьшим влиянием хозяйственной деятельности. Всего было обследовано 92 ООПТ. Для исследования антропогенного воздействия описаны территории, находящиеся под воздействием нефтедобычи, территория Верхнекамского месторождения солей и территория Кизеловского угольного бассейна. Автором приводится сводная таблица по объему собранного материала. Впечатляет объем экспериментального материала. Всего было исследовано 1179 проб почв, из них 500 проб, отобранных на ООПТ; 215 проб отобранных на территориях 22 месторождений нефти; 206 проб на территории Кизеловского угольного бассейна; 258 проб с территории Верхнекамского месторождения калийных солей, что является достаточным, исходя из поставленных целей и задач. Геоинформационные базы данных геохимических свойств почв на территории Пермского края и ландшафтного заказника Предуралья, а также база данных по техногенной трансформации природной среды в карстовом районе были зарегистрированы в реестре Баз данных РФ и на них получены Свидетельства о регистрации.

**Глава 4. Региональное фоновое содержание некоторых макро- и микроэлементов на территории Пермского края.** В главе представлена таблица с полученными региональными фоновыми содержаниями исследованных макро- и микроэлементов для природных районов Пермского края и среднее региональное содержание для Пермского края. По результатам рассчитаны геохимические ряды, приведены результаты кластерного

анализа. Выделены два фактора, влияющие на фоновое распределение элементов: изменение макрорельефа и биоклиматический фактор. Проведение оценки значимости различий с помощью t-критерия Стьюдента позволило установить, что на территории каждого из природных районов формируется характерный геохимический фон, отличный от других природных районов. Автором отмечается, что характерной чертой Северного Урала является накопление Pb; Западного Урала – высокое накопление Cr; в Средней тайге накопление Mn; в Южной тайге накопление Sr; в районе Хвойно-широколиственных лесов высокое накопление Cr и накопление Mn и в Кунгурской лесостепи накопление Co. Определен геохимический ряд для территории Пермского края  $Fe > Ti > Mn > Sr > Cr > V > Zn > Ni > Pb > Co > As$ . По сравнению с верхней частью континентальной земной коры в Пермском крае накапливаются Ti, Cr и As, что соответствует литохалькофильной специализации. Изучение особенностей распределения элементов на территории Вишерского заповедника позволило выявить высокую обратную зависимость между концентрацией элементов (As, Zn и Mn) и высотой над уровнем моря.

**Глава 5. Геохимические особенности почв территорий, подверженных техногенному воздействию.** В главе обосновано, что значительную роль в формировании геоэкологической обстановки на территории Пермского края приносят следующие виды деятельности: нефтедобыча, добыча калийно-магниевых солей, добыча угля. Несмотря на то, что добыча угля на территории КУБа прекращена, на данной территории наблюдается посттехногенная обстановка. По результатам изучения влияния нефтяного загрязнения на накопление элементов, определено значительное количественное содержание в нефти V, Ni, Fe, Zn и получен ее геохимический ряд:  $S > V > Ni > Fe > Zn > As > Pb > Cr > Sr > Co > Mn > Ti$ . Выявлено, что при трансформации нефти после поступления в окружающую среду происходит аккумуляция в почве Ni и V. Делается вывод, что приоритетными для ведения геоэкологического мониторинга на территории нефтяных месторождениях для региона считаем Ni, V, Fe, Pb, Sr, Zn. Далее приводятся результаты по изучению особенностей накопления и рассеивания элементов на территории Кизеловского угольного бассейна. Созданные автором ГИС карты с полученным распределением элементов позволяют проводить пространственный анализ распределения химических элементов на исследуемой территории, выявлять локальные аномалии. Автор приходит к выводу, что сравнения с местными фоновыми концентрациями показывает, что техногенная и посттехногенная трансформация на территории Кизеловского угольного бассейна выражается в накоплении органоминеральным горизонтом почв более разнообразного состава микроэлементов Co, Mn, Ni, As, Cr, Zn и Sr, чем в подгумусовом. В последнем аккумулируются только Co, Mn, Ni и Cr. Характерной особенностью территории угледобывающих месторождений, заброшенных

территории добычи угля нужно признать выраженную аккумуляцию Mn. По результатам изучения особенностей Верхнекамского месторождения калийных солей получено, что формируется геохимический фон, для которого характерна аккумуляция Co, Mn, V, Cr, Zn, Fe и рассеивание Ni и As в органогенном горизонте, и аккумуляция Co, Fe и рассеивание Mn, Sr, Ni, Pb, As в подгумусовом горизонте. Накопление элементов привело к формированию геохимической аномалии, возникшей в результате техногенной трансформации природной среды.

*Глава 6. Природно-техногенное геохимическое районирование Пермского края.* В главе автором анализируются полученные особенности распределения на территории природных районов и на территориях, подвергающихся антропогенному воздействию. По результатам кластерного анализа предлагается выделение природно-техногенных геохимических районов. Автор приходит к выводу, что при анализе территории с участками техногенеза в качестве уровня второго ранга становится техногенное перераспределение химических элементов под воздействием добычи калийных солей. Этот техногенный фактор более существенный, чем биоклиматическое влияние на почвенный покров. Отдельно выделяются районы Кизеловского угольного бассейна и Верхнекамского месторождения калийных солей. Для каждого района установлена геохимическая специализация и в названии определены специфические элементы. В результате выделены следующие районы: Северный Урал лито-сидеро-халькофильной специализации с ассоциацией; Западный Урал лито-сидерохалькофильной специализации с ванадий-полиметаллической ассоциацией; Кизеловский угольный бассейн сидеро-халько-литофильной специализации с кобальт-марганцево-полиметаллической ассоциацией; Средняя тайга сидеро-халькофильной специализации с марганцево-свинцовой ассоциацией; Южная тайга лито-халькофильной специализации со стронций-цинковой ассоциацией; Верхнекамское месторождение калийных солей сидеро-литохалькофильной специализации с кобальт-полиметаллической ассоциацией; Хвойно-широколиственных лесов сидеро-лито-халькофильной специализации с никелево-полиметаллической ассоциацией; Кунгурская лесостепь сидерофильной специализации с кобальт-никелевой ассоциацией.

**Выводы работы** обоснованы достаточно убедительно, логично вытекают из ее основного содержания, соответствуют поставленным автором задачам и отражают положения, вынесенные на защиту.

**Степень достоверности результатов.** Защищаемые положения и выводы диссертации основаны на достаточном теоретико-методологическом уровне исследования, подтверждаются большим объемом полученного автором фактического материала в рамках полевых и лабораторных исследований.

**Научная новизна** работы заключается в том, что автором было установлено региональное фоновое содержание ряда химических элементов, выявлены особенности накопления элементов в ходе различных видов хозяйственной деятельности, актуальных для региона. Полученные результаты могут быть использованы для принятия управленческих решений и разработки природоохранных мероприятий на предприятиях по добыче нефти и калийных солей на территории Пермского края и других регионов РФ, а также при разработке мероприятий по снижению негативных последствий при ликвидации добычи угля.

**Практическая значимость.** Полученные результаты имеют высокое значение при проведении комплексных экологических обследований территорий, испытывающих антропогенную нагрузку. В том числе при изучении загрязнения других компонентов природной среды: природных и подземных вод, атмосферного воздуха, растительности.

В основе работы лежит большое количество уникального фактического материала, проведено обследование почв на территории всего региона. Автором составлено большое число картографических материалов высокого качества. Содержание диссертации адекватно отражено в автореферате. Работа хорошо проиллюстрирована.

Диссертация прошла достаточную апробацию. По теме диссертации опубликовано 4 статьи в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, 4 в журналах, входящих в базу научного цитирования Scopus (из них 2 в журналах Q1-Q2), 9 входящих в РИНЦ. По результатам исследования созданы 3 геоинформационные базы данных, на которые получены свидетельства.

**В качестве уточнений и замечаний стоит указать следующее:**

1. Автором в тексте не говорится, как выявленная лито-халькофильная специализация Пермского края соотносится с геохимическим районированием территории России?
2. Автором созданы карты с распределением химических элементов, но проверялась ли полученная интерполяция эмпирическим путем?

3. Не до конца понятно, почему в качестве территорий, испытывающих техногенную нагрузку, выбраны Кизеловский угольный бассейн и Верхнекамское месторождение солей и почему именно они отражены в итоговом районировании? Причем, в районировании нет точных границ, установленных для этих территорий.

Сделанные замечания не снижают общего благоприятного впечатления от работы.

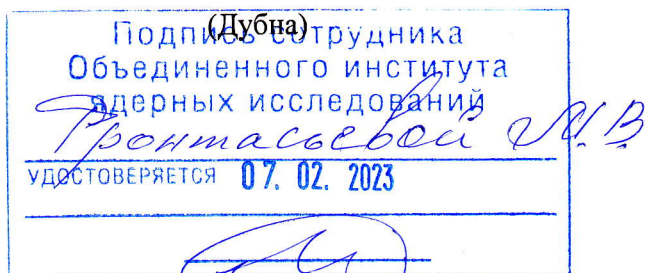
**Работа соответствует паспорту специальности 1.6.21 Геоэкология** (Пункту 1.6. Глобальные и региональные экологические кризисы – комплексные изменения окружающей среды, приводящие к резкому ухудшению условий жизни и хозяйственной деятельности. Геоэкологические последствия природных и техногенных катастроф; Пункту 1.8. Природная среда и геоиндикаторы ее изменения под влиянием урбанизации и хозяйственной деятельности человека: химическое и радиоактивное загрязнение почв, пород, поверхностных и подземных вод и сокращение их ресурсов, наведенные физические поля, изменение криолитозоны).

**Кандидатская диссертация Дзюба Екатерины Алексеевны «Геохимическая идентификация антропогенной трансформации природной среды на территории Пермского края» по своей научной новизне, теоретической и практической значимости, обоснованности и достоверности полученных результатов отвечает всем требованиям ВАК, установленным в пп.9-11 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 1.6.21 Геоэкология. Автор заслуживает присвоение ученой степени кандидата географических наук.**

**Официальный оппонент,**  
кандидат физико-  
математических наук, доцент,  
Советник при дирекции  
Лаборатории нейтронной физики  
им. И.М. Франка, Объединенный  
институт ядерных исследований



**М.В. Фронтасьева**



Я, Фронтасьева Марина Владимировна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Контактные данные:

тел.: +7 (903) 260 63-69; e-mail: marina@nf.jinr.ru

Ученая степень: кандидат физико-математических наук

Специальность, по которой защищена диссертация: 01.04.16

Ученое звание: доцент

Адрес места работы: 141980 Дубна Московской области, ул. Жолио-Кюри, 6

Организация, структурное подразделение: Объединенный институт ядерных исследований, Лаборатория нейтронной физики им. И.М. Франка, Отделение ядерной физики, Сектор нейтронного активационного анализа и прикладных исследований

Рабочие контакты:

Тел.: +7 4062165946; e-mail: marina@nf.jinr.ru