

ОТЗЫВ

На диссертационную работу Юсупова Дмитрия Валерьевича «Методология биогеохимической индикации урбанизированных и горнопромышленных территорий на основе анализа древесной растительности», представленную на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология

*Диссертация Юсупова Д.В. посвящена развитию и применению комплексных эколого-геохимических методов для решения фундаментальных и прикладных экологических проблем. По своей цели, решаемым задачам и направленности она отражает проблемы геоэкологии. Согласно паспорту научных специальностей, основной задачей геоэкологии является изучение изменений жизнеобеспечивающих ресурсов геосферных оболочек под влиянием природных и антропогенных факторов, их охрана, рациональное использование и **контроль** с целью сохранения для нынешних и будущих поколений людей продуктивной природной среды. Кроме того, отдельные разделы работы связаны с проблемами геохимии ландшафтов, биогеохимии и общей экологии.*

Актуальность. Тема диссертации исключительно актуальна в современных условиях все возрастающих масштабов техногенного преобразования природы, меняющихся технологий и сложного характера взаимодействий человека и животных со средой и другими организмами в природно-техногенных экосистемах. Прежде всего, ее *актуальность определяется назревшей необходимостью разработки и применения комплексных методов оценки состояния и трансформации природно-техногенных экосистем. С другой стороны, актуальность диссертации связана с более глубокой оценкой места и роли биогеохимических факторов в современных циклах химических элементов.* Существующие данные по этому вопросу, несмотря на многочисленность, не позволяют в должной мере оценить биосферное значение миграции химических элементов в различных таксонах биосферы, в особенности микро- и ультрамикроэлементов, изотопов и радионуклидов.

В представленной работе четко определена **цель исследований** – на основе системного подхода разработать и обосновать методологию биогеохимической индикации природных и техногенных факторов воздействия, аномалий химических элементов и минеральных образований посредством изучения листьев, керна древесной растительности и сопряженных природных сред для геоэкологической оценки урбанизированных территорий.

Целесообразность постановки проблемы определяется и **кругом решаемых задач**:

1. Обосновать методические подходы к проведению биогеохимической индикации (выбор индикатора и индикатов – объектов индикации) для геоэкологической оценки промышленно урбанизированных территорий.

2. Оценить региональные средние содержания химических элементов в едином биообъекте (листьях тополя) на урбанизированных территориях, с учетом градации городов по численности и плотности населения.

3. Выявить особенности распределения и концентрирования химических элементов в листьях тополя на урбанизированных территориях под влиянием природных факторов среды (геологических, климатических и др.).

4. Выявить особенности распределения химических элементов в листьях тополя на урбанизированных территориях, установить биогеохимические индикаторы воздействия разнопрофильных промышленных предприятий на компоненты окружающей среды, главным образом на атмосферный воздух.

5. Изучить особенности элементного состава твердой дисперсной фазы в листьях тополя урбанизированных территорий и установить минералогические индикаторы влияния промышленных предприятий различных отраслей и комплексов на компоненты окружающей среды.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту по сущности совпадают с выводами и отражают постановку задач:

1. Методология биогеохимической индикации на урбанизированных территориях основывается на системном анализе процесса депонирования химических и минеральных компонентов растительными объектами и включает геохимию отдельных элементов, изучение вещественного состава природных компонентов в сопоставимых пространственно-временных условиях комплексом прецизионных инструментальных методов с использованием методов многомерного статистического анализа, геохимического картирования; учитывает средний региональный уровень содержаний химических элементов в едином биообъекте, показатели численности и плотности населения, интегральные оценки.

2. Биогеохимическим индикатором современных областей соленакопления на юге Западной Сибири является Br, аномальные концентрации которого связаны с Кулунда-Среднеиртышской бромной биогеохимической субпровинцией. Биогеохимические индикаторы петрологических и литологических факторов воздействия геологической среды на урбанизированных территориях – высоkozарядные, редкоземельные элементы и их индикаторные отношения. Территории, расположенные в экзолитодинамических зонах дефляции, переноса и аккумуляции золотого материала, характеризуются отношением $Zr/Ce < 0,5$.

3. Биогеохимическими индикаторами воздействия предприятий горнодобывающей и металлургической промышленности на Российско-Казахстанской трансграничной территории являются элементы: Zn, As, Sb, Hg, U, образующие региональный конформный биогеохимический ореол атмосферных выпадений. На юге Сибири, в районах размещения предприятий горно-металлургического, литейного производств, полигонов промышленных отходов, формируются локальные техногенные биогеохимические ореолы и потоки рассеяния Hg; ядерно-топливного цикла – U, с отношением $Th/U < 1$; алюминиевого производства – F; нефтепереработки – La/Ce > 1.

4. На промышленно-урбанизированных и горнорудных территориях, в районах размещения разнопрофильных производств, отмечается поступление в атмосферу специфических газообразных химических соединений и выпадение мелкодисперсных твердых частиц, которые депонируются и трансформируются на поверхности листьев древесной растительности. Минералогическими индикаторами воздействия предприятий уранодобывающей отрасли и ядерно-топливного цикла являются микрочастицы оксида и фторида урана, алюминиевых заводов – вторичных фторида и сульфата кальция, заводов по переработке алюминиевых сплавов – свинца, теплоэнергетики (ТЭС) – РЗЭ.

Связь темы диссертации с планами научных исследований. Представленная диссертация - итог 10-летних исследований автора по вопросам геоэкологии, биогеохимической индикации и геохимии ландшафтов. Основные результаты получены при выполнении научных проектов, поддержанных РФФИ (№12-05-31523), РНФ (№ 15-17-10011), ТПУ (ВИУ-PARIS VI_132/2014, ВИУ-ИПР-130/2017), в которых автор являлся руководителем или ответственным исполнителем.

Оформление и основное содержание работы. Диссертация Д.В. Юсупова объемом 344 с. написана в форме монографии. Она состоит из введения (с. 5-18), включающего формальные признаки диссертации, систематизированного обзора литературы по проблемам геоэкологической оценки территорий (глава 1, с. 18-57), описания методологии

биогеохимической индикации с использованием древесной растительности (глава 2, с. 58-148), изложения биогеохимических индикаторов геологической среды (глава 3, с. 149-191), описания биогеохимических индикаторов промышленного техногенеза (глава 4, с. 192-148), представления данные по минералогическим индикаторам промышленного техногенеза (глава 5, с. 249-274), заключения (с. 275-278), списка литературы (с. 279-340) и списка сокращений (112 позиций, с. 341-344)). Список литературы включает 531 источник. (369 на русском и 162 на иностранных языках). Нормативные материалы указаны в источниках 502-510, фондовые материалы – в 511-512, а электронные ресурсы – в 513-531 ссылках. Диссертация иллюстрирована 104 рисунками и содержит 50 таблиц.

Результаты работы достаточно полно апробированы на специальных республиканских и международных форумах, включая доклады на Международной конференции «Аэрозоль и оптика атмосферы» в 2014 г. (ИФА РАН, г. Москва); XX, XXIII, XXIV, XXV конференциях (рабочей группе) «Аэрозоли Сибири» в 2013, 2016, 2017, 2018 гг. (ИОА СО РАН, г. Томск); IX Международной биогеохимической школе «Биогеохимия техногенеза и современные проблемы геохимической экологии» в 2015 г. (ИБЭП СО РАН, г. Барнаул); Международной конференции по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды ENVIROMIS в 2016 г. (ИМКЭС СО РАН, г. Томск); V и VI Международной конференции «Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека» в 2016 и 2021 гг. (ТПУ, г. Томск); V Международной научно-практической конференции «Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы» в 2017 г. (СевГУ, г. Севастополь); Всероссийской научно-практической конференции «Роль и место мелко- и среднемасштабных геохимических работ в системе геологического изучения недр» в 2018 г. (ИМГРЭ, г. Москва); VI Международном симпозиуме «Биокосные взаимодействия в природных и антропогенных системах» в 2018 г. (СПбГУ, г. Санкт-Петербург); научно-практической конференции с международным участием «Современные проблемы гигиены, токсикологии и медицины труда» в 2020 г. («Новосибирский НИИ гигиены»), XIV и XVII Международном научном конгрессе «Интерэкспо ГЕО-Сибирь» в 2018 и 2021 гг. (г. Новосибирск).

По теме диссертации опубликовано в 54 статьях (в том числе в одной коллективной монографии), из которых 16 публикаций – в рецензируемых журналах, индексируемых в международных наукометрических базах данных Scopus и Web of Science, а также 11 статей в научных изданиях, рекомендованных перечнем ВАК РФ. Монография и статьи написаны в соавторстве с коллегами, которые не имеют возражений против защиты данной работы.

Содержание

Во введении обоснована актуальность темы, ясно сформулированы научная проблема, цель и задачи исследования, отмечена новизна исследования и практическое значение работы, отражен личный вклад автора в выполнение экспериментальных исследований и получение результатов диссертации, перечислены научные конференции и совещания (с 2013 г.), на которых были доложены материалы работы и приведена структура диссертации. Объем исследований отражен на с. 9. Автором охвачено геоэкологическими исследованиями 65 городов, отобрано и проанализировано 1688 проб листьев тополя. Кроме того, выполнены исследования по минералогии. Здесь же представлены аналитические методы, используемые диссертантом (с. 9-10). Более детально аналитические методы рассмотрены в разделе 2.2. Здесь же детально представлен объем исследований.

Первая глава «Концептуальные подходы к эколого-геохимической оценке состояния территорий» (с. 18-57) написана на основе последних научных публикаций, среди которых много зарубежных, рассмотрены разнообразные механизмы массопереноса на глобальном и региональном уровнях. В данной главе показана преемственность выполненного исследования. По сути, в этой главе раскрывается основополагающая теория, на которой

базируется весь комплекс исследований, проведенных Д.В. Юсуповым. *Анализ материалов этой главы свидетельствует о том, что диссертант владеет достаточной информацией в названной области исследований.* Д.В. Юсупов хорошо знает работы как отечественных, так и зарубежных авторов. В обзоре литературы дан систематизированный анализ имеющихся данных по поставленной автором проблеме, ее фундаментальному значению в понимании биосферных процессов. Наиболее подробно рассмотрены географические и биогеохимические аспекты процессов транспирации и массопереноса веществ, а также дана экологическая оценка этих процессов.

Глава 2 «Методология биогеохимической индикации с использованием древесной растительности» является центральной в диссертации Д.В. Юсупова. Ее объем наибольший (90 с.) и в ней изложены основные методические позиции диссертанта.

Достоинством этой главы является то, что автор в этих характеристиках сумел показать важное значение биогеохимических индикаторов для выявления геоактивных зон, экологической оценки горнорудных территорий и урбанизированных комплексов. В этой главе достаточно профессионально представлены используемые аналитические методы исследований и весьма содержательной является подраздел по обработке результатов биогеохимических исследований с использованием новых критериев. Представленные на рис. 2.19 данные по распределению среднего содержания Br (А), U и Th/U (Б), Hg (В) в листьях тополя на урбанизированных территориях Сибири и Дальнего Востока, а также на рис. 2.2.5 по интегральной эколого-биогеохимической оценке урбанизированных территорий, имеют очень высокую информативную ценность. *Особую ценность представляют результаты исследований, представленные в табл. 2.12 по ранжированию химических элементов в листьях тополя для 64 населенных пунктов.*

В главе 3 «Биогеохимические индикаторы геологической среды» детально рассмотрены результаты исследований по биогеохимии брома и РЗЭ. Полученные данные детально проанализированы методами прикладной математики и статистики. Материалы этих исследований явились основой 2-го защищаемого положения: «Биогеохимическим индикатором современных областей соленакопления на юге Западной Сибири является Br, аномальные концентрации которого связаны с Кулунда-Среднеиртышской бромной биогеохимической субпровинцией. Биогеохимические индикаторы петрологических и литологических факторов воздействия геологической среды на урбанизированных территориях – высокочargedные, редкоземельные элементы и их индикаторные отношения. Территории, расположенные в экзолитодинамических зонах дефляции, переноса и аккумуляции золотого материала, характеризуются отношением $Zr/Ce < 0,5$ ».

В главе 4 (с. 192-248) «Биогеохимические индикаторы промышленного техногенеза» обоснован выбор и применение химических элементов-индикаторов атмосферного выпадения загрязняющих веществ на российско-казахстанской трансграничной территории. Представлены картосхемы локализации техногенных биогеохимических аномалий F, Br, Hg, U, РЗЭ и др. на урбанизированных территориях. Показано влияние различных производств на техногенные потоки химических элементов.

Глава 5 «Минералогические индикаторы промышленного техногенеза» (с. 249-274) содержит результаты оригинальных исследований автора о минералогических индикаторах техногенного воздействия на окружающую среду горнодобывающих и обогащательных предприятий, предприятий ядерно-топливного цикла, цветной металлургии, топливно-энергетического комплекса. Исследования выполнены на очень высоком методическом уровне.

Получены новые научные данные о механизме образования минералов флюорита и гипса в устьицах листьев тополя и о биогеохимической барьерообразующей роли кальция.

Заключение содержит основные выводы и практические рекомендации.

Степень обоснованности и достоверности результатов и выводов следует из сопоставления и анализа полученных автором данных и существующих положений, применения методов вариационной статистики и надежных современных методов исследований, отраженных в методическом разделе.

Полученные данные представлены в виде таблиц и рисунков. В тексте имеется 32 таблицы и 45 рисунков. Кроме того, автор обращается к материалам приложения, включающего 104 рисунка и 50 таблиц.

Новизна, теоретическая и практическая значимость работы

Диссертационная работа Д.В. Юсупова представляет собой большое познавательное значение. Результаты исследований, полученные Д.В. Юсуповым в пределах сибирских регионов и сопредельных территорий, имеют фундаментальное значение. Работа вносит заметный вклад в наши знания о путях и особенностях миграции химических элементов и радионуклидов, включая их биогенную миграцию. Кроме того, диссертанту удалось выявить сравнительно-географические особенности не только аэрогенной миграции химических элементов в ландшафтах, но и основные миграционные потоки химических элементов с атмосферными выпадениями, в разной степени трансформированных растительностью. Оригинальной является и минералогическая часть диссертации.

Новизна работа не вызывает сомнения. Теоретическое значение диссертации Д.В. Юсупова состоит, прежде всего, в установлении места и роли геоэкологических и биогеохимических факторов в сложной системе миграционных потоков химических элементов в таксонах биосферы.

Полученные данные и их обобщения позволили автору создать научно обоснованную стройную систему мониторинга оценки экологического состояния различных таксонов биосферы, предложить практические рекомендации для департамента федеральной службы по надзору в сфере природопользования по регионам РФ (для природоохранных органов). Работа имеет и важное методическое значение, так как диссертантом усовершенствована методология биогеохимической индикации состояния и эволюции природно-техногенных комплексов.

Рекомендации по использованию данных

Полученные автором данные необходимо рекомендовать к представлению и использованию:

- в учебном процессе при преподавании геологических и биологических специальностей;
- в научных исследованиях для совершенствования методов отбора и обработки биогеохимического материала;
- при разработке методов и систем экологического мониторинга;
- при биогеохимическом и геоэкологическом районировании территории РФ;
- в Министерство природных ресурсов и экологии РФ, а также в региональные отделения.

Подтверждение опубликования основных положений, результатов, выводов и заключения диссертации (см. выше результаты апробации диссертации).

Соответствие автореферата содержанию диссертации. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации. Выводы и защищаемые положения по диссертации соответствуют выводам и защищаемым положениям, опубликованным в автореферате. Основные выводы согласуются с защищаемыми положениями.

Соответствие темы диссертации специальности. Содержание диссертации Д.В. Юсупова соответствует специальности 1.6.21. Геоэкология.

Замечания по содержанию и оформлению диссертации. Работа хорошо написана. Редакционные замечания касаются опечаток и неудачных выражений, но они малочисленны.

Основные замечания носят в основном рекомендательный характер. Они следующие:

Замечания по содержанию и оформлению диссертации носят в основном редакционный и рекомендательный характер. Они следующие:

1. АР, с. 4 (дисс., с. 7) Д.В. Юсупов пишет: «Автор диссертации с 2013 г. проводил комплексные эколого-геохимические исследования в составе коллектива отделения геологии (кафедра геоэкологии и геохимии) в Томском политехническом университете (ТПУ)». В связи с этим трудно определить в течение какого периода выполнена работа, несмотря на указание на с. 5. АР (2012-2019 гг.). Вероятно, диссертант имеет в виду с 2012 г. по настоящее время.

2. АР, с. 4 (дисс., с. 8) задачи 3 и 4 во многом тождественны.

3. АР, с. 8, 1-е защищаемое положение, (дисс., с. 13). В критериях комплексной геоэкологической методологии не отмечены реакции организмов в ответ на экстремальные геохимические факторы.

4. Список сокращений (дисс., с. 341-344) очень объемный – 112 позиций, что в ряде случаев мешает восприятию смысла содержания работы.

5. На с. 22 диссертант при рассмотрении методологии изучения биогеохимических провинций ссылается на работу «Ермаков, 2017)». Но существуют и более ранние публикации по этому вопросу, например, «Материалы 3-ей Российской биогеохимической школы, Горно-Алтайск, 4-8 сентября 200г. Новосибирск, 2000. С.5-30.annon, Helen L. (1957). "Description of indicator plants and methods of botanical prospecting for uranium deposits on the Colorado Plateau". *U.S. Geological Survey Bulletin*. 1030-M. 399–516

6. В пункте 1.3. по биогеохимическим поискам следовало бы процитировать работу Cannon H. L. Description of indicator plants and methods of botanical prospecting for uranium deposits on the Colorado Plateau". *U.S. Geological Survey Bulletin*. 1957. 1030-M. 399–516

7. На с. 32 древесный керн ошибочно рассматривается как орган растения.

8. На рис. 2.1 (с. 59) плохо видны обозначения по характеристике Тункинской рифтовой впадины.

9. В подразделе 2.1.2. не для всех хвостохранилищ указаны данные по содержанию рудного элемента -золота.

10. С. 77 (3 абзац). Перечисляя пути поступления ртути в растения, автор не указывает физиологически регулируемое всасывание корневой системой.

11. В разделе 2.2. «Методика полевых работ желательно было бы выделить подраздел по биологическим особенностям рода тополь (*Populus*). В частности, осина (*Populus tremula*) как и другие виды тополя часто концентрируют металлы. А ближайшим родственником тополя является ива, в листьях которой накапливаются кадмий, цинк и медь. При этом следовало бы указать, кто определял вид тополя и других деревьев.

12. С. 88 (3 абзац) Представлен способ минерализации биообъектов посредством сухого озоления. Но если это так, то как учитывались потери летучих химических элементов (As, Se, Sb, Hg, Cd). Это может отразиться на данных, приведенных в табл.2.8.

13. При определении ртути лучше использовать свежий материал без высушивания.

14. Группы химических элементов не всегда одни и те же по разным городам (табл.2.12, с. 117), что затрудняет восприятие текста.

15. В подразделе 2.5.4. (с. 140). При рассмотрении локализации химических элементов в листьях необходимо обратить внимание на необходимые микроэлементы (Zn, Cu, Mn).

16. С. 150 (подраздел 3.1.1. Диссертант пишет: «...объединены в единую Стрелнеиртышскую бромную биогеохимическую субпровинцию». Но понятие

«биогеохимическая провинция» всегда связана с биологическими эффектами, а их автор не приводит. Кроме того, речь идет не о субпровинции, а о субрегионе биосферы.

17. В главе 3 речь идет о концентрировании и рассеивании брома в различных ландшафтах. Но упоминается об определении брома в золе. Как удастся избежать улетучивания брома при озолении материала?

18. В подразделе 3.3. (с. 183-190) неудачно выбраны объекты исследования. В Газимурском Заводе, Уровских ключах никогда не отмечали местных проявлений уровской Кашина-Бека болезни. Смотри: 1. Дамперов Н.И. Уровская Кашина-Бека болезнь. М.-Л.: изд-во мед. литературы «Медгиз», 1939. 150 с.; 2. Сергиевский Ф.П. Уровская Кашина-Бека болезнь. Чита: Читинское кн. изд-во, 1952. 105 с.; 3. Кравченко Л.Ф. Уровская болезнь, ее предупреждение и лечение. Чита: Читинское кн. изд-во, 1961. 75 с.

Но это связано с трудностями диагностики заболевания.

19. Диссертация посвящена не методологии биогеохимической индикации в целом, а ее развитию, так как эта проблема уже обозначена в трудах других ученых (ГЕОХИ РАН, МГУ им. М.В. Ломоносова и др.)

Заключение

Рассматриваемая диссертация представляет собой законченную научную работу, выполненную на современном методическом уровне. Выводы достоверны и основаны на большом фактическом материале. Все основные защищаемые положения отражены в публикациях и монографиях. Работа соответствует пунктам 1.8, 1.12 и 1.17 паспорта специальности 1.6.21 - Геоэкология (25.00.36 - Геоэкология (Науки о Земле)).

Учитывая актуальность, новизну, теоретическое и практическое значение работы, новое крупное достижение в развитии актуальной научной проблемы по разработке и применению комплекса методов биогеохимической индикации урбанизированных и горнопромышленных территорий на основе анализа древесной растительности, их места и роли в системе биосферных процессов миграции большой группы химических элементов, считаю, что работа Юсупова Дмитрия Валерьевича соответствует положениям ВАК о докторских диссертациях («Положение о присуждении ученых степеней»), п.п. 2.1-2.5 Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете, утвержденного приказом ректора ТПУ №362-1/од от 28.12.2021 г., а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21 - Геоэкология.

Рецензент

Ермаков Вадим Викторович

д.б.н., главный научный сотрудник лаборатории биогеохимии окружающей среды Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук (ГЕОХИ РАН)

Научные специальности: к.б.н. 03.02.09. «Биогеохимия» и д.б.н. 03.01.04. «Биохимия». E-mail: vad-ermak@geokhi.ru, телефон: +7 9.

Даю свое согласие на обработку данных.

Дата составления отзыва: «02» апреля 2022 г.

Подпись Ермакова В.В. заверяю:

« 04 » 04 2022 г.



ГЕОХИ РАН

119991, Москва, ул. Косыгина, д. 19

Телефон организации: +7(495)939-78-02

Адрес электронной почты организации: scisec@geokhi.ru



Вик