ОТЗЫВ

на диссертацию Дороховой Любови Александровны
«БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ ВЛИЯНИЯ АЛЮМИНИЕВОГО И УРАНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВ НА ПРИЛЕГАЮЩИЕ ТЕРРИТОРИИ ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология (25.00.36 – Геоэкология (Науки о Земле))

Актуальность исследований.

Диссертационная работа посвящена актуальной проблеме – оценке взаимодействия человека и окружающей среды. В работе рассматриваются возможные взаимосвязи между особенностями химического состава территории проживания населения, особенностями техногенной нагрузки и состава древесных растений. Для исследований выбраны территории с разным геологическим строением и химическим составом данного блока земной коры, а также с различной по составу исследуемых химических элементов техногенной нагрузкой (производство алюминия и добыча и переработка уранового сырья), что позволяет более отчетливо увидеть эти взаимосвязи.

Достоверность и новизна научных положений.

Вынесенные на защиту научные положения являются новыми для исследуемой области знаний и вносят значимый вклад в изучение влияния производства алюминия и крупного уранодобывающего производства на окружающую среду методами биогеохимии. Автором представлены новые оригинальные данные по содержанию и распределению ряда химических элементов в листьях тополя, произрастающего в зоне влияния алюминиевого и уранодобывающего производства на территории Сибири и Дальнего Востока. Достоверность результатов определяется рациональной методикой исследования, представительностью исследованных объектов и материалов и использованием современных прецизионных аналитических методов.

Практическая значимость. Выявленные особенности химического и минерального составов листьев тополя, а также химический состав минеральных частиц на их поверхности позволяют определять границы зон воздействия алюминиевых заводов и уранодобывающих предприятий, а также оценивать воздействие неаварийных выбросов предприятий на компоненты окружающей среды. Эта информация может быть использована при проведении геоэкологического и биогеохимического мониторинга качества окружающей среды на урбанизированных и горнопромышленных территориях.

Предложено использовать листья тополя в качестве биогеохимического сезонного планшета для оценки качества приземного атмосферного воздуха. Эта информация используется в образовательных целях при преподавании в вузе курсов «Геоэкология», «Экология», «Геохимия живых организмов», «Основы биоминералогии».

Диссертация состоит из введения, шести глав и заключения, изложенных на 159 стр. текста и списка литературы, включающего 423 наименования.

Структура диссертации логична, изложение каждого последующего раздела опирается на предыдущий. В целом можно заключить, что автор представил единый завершенный научный труд.

Вместе с тем, наряду с общей высокой оценкой работы, нельзя не отметить и некоторые недостатки.

Автором сделан весьма обширный литературный обзор по теме исследований (423 публикации, в том числе 195 – англоязычных). В то же время в разделе «актуальность работы» имеет место несколько поверхностный анализ состояния изученности проблемы на что указывает характер ссылок.

Первая глава посвящена анализу состояния изученности проблемы биогеохимической индикации процессов техногенного влияния на состояние окружающей среды, анализу современных научных данных, касающихся техногенных систем, состава атмосферных взвесей, их влияния на здоровье человека и биоту, сведений о минералах на поверхности и внутри тканей растений. В главе сделан неплохой обзор состояния проблемы. В качестве замечания можно отметить не всегда удачное цитирование. Например, в главе, да и в работе в целом, характеризуя роль горного производства в воздействии на окружающую среду, автор вообще не упомянула труды М.Е. Певзнера, опубликовавшего еще в 90-е годы целый ряд работ, в том числе учебные пособия, посвященные этой проблеме. В МГУ им читался курс лекций, посвященный этой проблематике. Зато со ссылкой на учебное пособие (Птицын, 2013) отмечено, что «*Ежегодно добывается* ***несколько сотен миллиардов тонн*** *различных горючих полезных ископаемых и минерального сырья*» (стр. 15). Согласно различным обзорам мировой добычи различных видов сырья, вряд ли она в сумме существенно превышает 100 млрд т.

Глава 2 посвящена эколого-геохимической характеристике объектов исследования. Достаточно детально и всесторонне в соответствии с поставленными задачами в работе охарактеризован каждый из исследуемых объектов. В качестве замечания можно отметить, что в некоторых случаях можно было бы использовать более современную информацию, публикуемую в ежегодных Государственных докладах о состоянии окружающей среды и

региональных отчетах. Справедливости ради следует отметить, что эти документы автором изучены и имеются в списке литературы.

Кроме того, в разделе содержится не совсем достоверная информация: «*Добыча урана в России в настоящее время в промышленных масштабах осуществляется единственным предприятием в Читинской области, в г. Краснокаменске – Приаргунским производственным горно-химическим комбинатом (ППГХО), где разрабатываются месторождения Стрельцовского рудного района*». Помимо указанного ГХК, в России работают еще два предприятия: АО «Далур» (Курская область) и АО «Хиагда» (Бурятия).

Как следует из методического раздела (**глава 3**), в работе применен комплекс современных аналитических методов, позволяющий на высоком научном уровне решить поставленные задачи. Детально показаны методические подходы к пробоподготовке и непосредственно к анализу состава вещества.

Замечания к методической части сводятся к необходимости проведения арбитражных работ с целью обоснования правильности выбора методики пробоподготовки. Дело в том, что даже при низкотемпературном озолении не гарантировано отсутствия потерь фтора, мышьяка, сурьмы, брома и других элементов в случае нахождения их в органической (не минеральной) форме. Вероятно, следовало показать сходимость результатов анализа использованными методами с другими методиками и в других лабораториях (внешний контроль). В частности, следовало сравнить результаты, полученные при химическом разложении исследуемого вещества без его озоления и после озоления.

В главе 4 охарактеризован элементный состав листьев тополя и минеральных частиц на их поверхности на территориях с алюминиевым производством. Здесь же приведено обоснование первого защищаемого положения: «*На территориях размещения алюминиевых заводов листья тополя накапливают специфические химические элементы и минеральные фазы, отражающие особенности технологии производства. Элементами-индикаторами техногенного воздействия являются Al, Na, Ca, F и их минеральные ассоциации. Высокие концентрации F фиксируются в двухкилометровой зоне, F-содержащие минеральные фазы – до 10 км.*»

Доказано, что элементный и минеральный составы листьев тополя отражают специфику алюминиевого производства. Автором определены различия в составе твердых выбросов алюминиевых заводов в зависимости от применяемой технологии. На территории большинства заводов обнаружены минеральные фазы фторида кальция, Na-Al-F-содержащие минеральные фазы, по составу близкие к криолиту, F-Al-содержащие частицы и вторичный фторид

кальция в устьицах, по составу близкий к флюориту. Отмечена специфика частиц в зоне влияния Новокузнецкого и Саяногорского алюминиевых заводов.

Использование в работе термина «*частота встречаемости элемента*» в данном контексте не очень корректно. Такая терминология использовалась более полувека назад, когда у исследователей практически не было высокочувствительных (прецизионных) методов анализа и многие элементы при невысоких содержаниях не определялись. Сейчас правильнее использовать термин «*содержание элемента ниже предела определения анализа*». Если мы используем более высокочувствительный метод, чем ИНАА, то в таблице 5 получим частоту встречаемости близкую к 100%.

В целом же обоснование защищаемого положения проведено квалифицированно и возражений не вызывает.

В главе 5 рассматриваются механизмы образования вторичных минералов в листьях тополя в зоне воздействия выбросов алюминиевого производства. Здесь же приведено обоснование второго защищаемого положения:

«*В зоне влияния алюминиевых заводов в устьицах листьев тополя формируется биогеохимический кальциевый барьер, где происходит нейтрализация кислотообразующих компонентов выбросов – фтористого водорода и диоксида серы, с образованием вторичных минералов – фторида кальция и сульфата кальция*».

Экспериментальная часть здесь ограничена данными сканирующей электронной микроскопии и рентгенофазового анализа. Этого достаточно для доказательства наличия рассматриваемых минеральных фаз. Обоснование кальциевого барьера и условий образования фторидов, сульфатов и карбонатов рассмотрены на основе литературных данных и физико-химических расчетов. К этому разделу диссертации только одно замечание - наличие опечаток (более, чем в других разделах). Так, например, на рис. 25 «ангидрит» назван «*андигридом*», а «не идентифицировано» написано как «*неиндефицированно*». Но в целом доказательства защищаемого положения приведены убедительные и возражений не вызывают.

Глава 6 посвящена изучению содержания урана и исследованию форм его нахождения в листьях тополя на территории с уранодобывающим производством.

Здесь же приведено обоснование третьего защищаемого положения: «*Пространственное распределение повышенных концентраций урана в листьях тополя на территории размещения предприятий уранодобывающего производства определяется ветровым переносом минеральных частиц. Минералогическими индикаторами его влияния являются микроразмерные частицы оксида урана*».

Обоснован кластогенный механизм накопления урана на поверхности листа тополя. Характерный рисунок треков авторадиографии не совпадает с анатомическим строением листа и носит спонтанный характер. Методом авторадиографии доказан ветровой путь поступления урана с аэрозольными частицами. Этот вывод согласуется с давно известными фактами барьерного механизма накопления урана в высших растениях. За редким исключением, например, в саксауле.

С помощью математического моделирования выявлена динамика уменьшения содержания урана в листьях с удалением от хвостохранилища в западном и северо-западном направлениях. Результаты проведенных исследований подтверждают возможность использования индикаторных свойств листьев тополя для оценки загрязнения окружающей среды при атмосферном переносе аэрозольных примесей. Не ясно только, почему на листьях зафиксированы частички оксидов урана, но нет его силикатов (коффинит) и титанатов (браннерит), широко распространенных в составе руд и имеющих меньший удельный вес, чем настуран и уранинит, что, соответственно, обеспечивает более дальний аэрозольный перенос частиц.

Таблица 10 заполнена неряшливо. Для отдельных элементов (Ca) приведено до 8 значащих цифр. Для природных объектов не имеет смысла давать значения с точностью более 10%. Инструкцией по геохимическим методам поисков рекомендовано ограничиваться тремя значащими цифрами. В другом случае (например, Au, Ta, Eu, Lu, Sb), наоборот, показаны нулевые значения, что также не корректно. В данном случае следует указать предел определения анализа.

Осталось не ясна загадочная фраза автора: «*Следовательно, концентрация урана в атмосферных частицах (особенно в мелких частицах) играет важную роль* ***в поддержании здоровья населения*** *и как индикатор загрязнения атмосферы*». Что имел в виду автор, говоря о поддержании здоровья за счет частиц урана, не ясно.

Венец работы – **заключение**. Здесь сформулированы в краткой форме основные результаты исследований, ее практическая значимость и научная новизна. Основные выводы и рекомендации соответствуют содержанию диссертации.

Основные положения диссертации достаточно освещены в публикациях:17 опубликованных работ, в том числе 5 работ в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК для публикации научных результатов, из них 3 статьи, индексируемые в базе данных SCOPUS. Автореферат вполне адекватно отражает содержание диссертации.

Несмотря на отдельные замечания, в основном, не принципиального характера, считаю, что диссертационная работа Дороховой Любови

Александровны отвечает необходимым требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по части актуальности, обоснованности фактическим материалом, научной новизны и практической значимости. Изложенные в ней материалы получены лично автором либо при непосредственном участии автора в процессе многолетних исследований.

Работа соответствует пунктам 1.8 и 1.17 паспорта специальности 25.00.36 – Геоэкология (Науки о Земле) (1.6.21 – Геоэкология).

Работа соответствует п.п. 2.1-2.4 Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете, утвержденного приказом ректора ТПУ 362-1/од от 28.12.2021 г. (dis.tpu.ru). Считаю, что ее автор, Дорохова Любовь Александровна, достойна присуждения ей ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология (25.00.36 – Геоэкология (Науки о Земле))

Профессор отделения геологии
Инженерной школы природных ресурсов
федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский
Томский политехнический университет»,
доктор геол.-мин. наук, ст. научный сотрудник, профессор

_____ Арбузов Сергей Иванович

Адрес 634050, г. Томск, проспект Ленина, д.30
раб. тел. +7 (3822)42-63-07
e-mail: siarbuzov@tpu.ru
22.02.2022
Подпись профессора Арбузова Сергея Ивановича удостоверяю
Ученый секретарь Национального исследовательского
Томского политехнического университета

_____ Е.А. Кулинич