

ОТЗЫВ

официального оппонента д.г.-м.н. В.И. Гребенщиковой на диссертационную работу Турсуналиевой Елены Муратовны «Экогеохимия ртути в древесных растениях рода тополь (листьях и годовых кольцах) урбанизированных территорий Сибири и Дальнего Востока», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21. – «Геоэкология» (25.00.36 – Геоэкология (Науки о Земле))

Актуальность темы диссертации Турсуналиевой Е.М. определяется тем, что она вносит вклад в решение проблемы ртутного загрязнения на территории азиатской части Российской Федерации. Ртуть, как известно, является глобальным загрязнителем. Суммарные глобальные выбросы ртути в атмосферу от источников антропогенного и естественного происхождения оцениваются ЮНЕП в 5–8 тыс. тонн в год. Попадая в воздушное пространство с выбросами, ртуть выпадает на земную или водную поверхность как вблизи источников загрязнения, так и на большом расстоянии от них в результате атмосферного переноса. Обеспечение экологической безопасности при обращении со ртутью, ее соединениями и ртутьсодержащими отходами – это одна из наиболее важных природоохранных и социально-экономических задач. Российская Федерация подписала Минаматскую конвенцию о ртути 24 сентября 2014 г. – международное соглашение по контролю ртутного загрязнения, которое предусматривает меры и обязательства для постепенного отказа от применения ртути в экономике государств с целью «защиты здоровья человека и окружающей среды от антропогенных выбросов и других видов поступления ртути и ее соединений».

Правительством Российской Федерации принято распоряжение «О комплексе мер по исполнению обязательств Минаматской конвенции», в котором среди прочих даны рекомендации «создать единую систему мониторинга ртути в природных средах с единым обобщающим аналитическим центром и оперативной передачей данных в Национальный кадастр по ртути», «провести детальные эколого-геохимические исследования в районе бывших и действующих предприятий по производству ртутных и ртутьсодержащих приборов и устройств с целью получения информации, необходимой для оценки состояния среды обитания и обоснования демеркуризационных и других природоохранных мероприятий».

В продолжение выполнения рекомендаций Совета безопасности и требований Минаматской конвенции в 2013 г. стартовал пилотный проект по разработке кадастра ртутных загрязнений в Российской Федерации. Задачи проекта включали оценку ситуации по обращению со ртутью, ее соединениями и отходами в субъектах РФ и отраслях промышленности; оценку масштабов поступления ртути в окружающую среду от антропогенных источников; анализ имеющихся нормативно-правовых основ ртутного регулирования; оценку ртутного загрязнения окружающей среды и его воздействия на здоровье населения и состояние экосистем.

В диссертации Турсуналиевой Е.М. представлены значимые результаты эколого-биогеохимических исследований территорий Сибири, подвергшихся сильному ртутному загрязнению, в том числе в районах размещения предприятий, где ранее добывалась или использовалась ртуть и где накоплены тыс. тонн ртутьсодержащих отходов: Акташское горно-металлургическое предприятие в Улаганском районе Республики Алтай; ОАО «Усольехимпром», г. Усолье-Сибирское в Иркутской области. Крупным потребителем ртути остается действующее предприятие ПАО «Новосибирский завод химконцентратов» в г. Новосибирске, использующий ртуть в производстве лития. На всех трех территориях реализуются пилотные проекты по ликвидации накопленного экологического ущерба.

Актуальность выбранной темы диссертации Турсуналиевой Е.М. согласуется также с перечнем приоритетных направлений развития науки (утвержден Указом Президента РФ от 7 июля 2011 г. № 899), включающий «Рациональное природопользование», а также технологий и техники в РФ – «Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения».

Научная новизна и практическая значимость работы. В диссертации представлены оригинальные результаты ряда опытно-методических биогеохимических исследований в эксперименте, направленных на изучение влияния различных факторов на изменения концентрации ртути в древесном керне и листьях тополя, используемых в качестве биомониторов. Достоверно установлено, что содержание ртути в листьях тополя в течение вегетационного периода демонстрирует накопительный эффект, с максимальным содержанием в опаде; допустимо использовать в анализе листья разных видов тополей при соблюдении равных условий пробоотбора; по отношению к источнику эмиссии ртути с учетом розы ветров, в листьях кроны выявлено превышение содержания элемента в среднем в 1.5 раза с наветренной стороны, чем со стороны «ветровой тени».

Важной составляющей научной новизны работы являются полученные автором оценки среднего регионального уровня содержания ртути в листьях тополя на урбанизированных территориях Сибири и Дальнего Востока, что позволяет использовать эти данные для сравнительной характеристики отдельных локальных территорий. Выявлены территории с высокими валовыми концентрациями ртути и определены возможные источники загрязнения. В ретроспективе прослежена динамика поступления ртути в годовые кольца тополя и установлены периоды наибольшей ртутной нагрузки на окружающую среду вблизи техногенного источника загрязнения. По годовым кольцам тополя установлена динамика и пики аккумуляции ртути за более чем полувековой период на сейсмически активной природной территории Байкальской рифтовой зоны.

Степень обоснованности и достоверности научных данных, положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Диссертация базируется на большом объеме фактического материала, статистически представительном количестве проб, проанализированных на высокоточном аналитическом оборудовании, метрологические характеристики которого соответствуют современным нормативным требованиям.

Основные результаты диссертации опубликованы в 24 научных работах, из них 2 статьи в рецензируемых периодических журналах перечня ВАК, 2 статьи в журналах, индексируемых в международных базах Web of Science и/или Scopus. В диссертации и в автореферате диссертант не учел статью, опубликованную в 2022 г. в международном журнале 1 квартала (Импакт Фактор, 2020 = 7.086), соавтором которой он является:

Poplar tree (*Populus balsamifera* L.) as indicator of mercury emission from a point source / D. V. Yusupov, E. E. Lyapina, E. M. Tursunaliyeva [et al.] // Chemosphere. – 2022. – Vol. 287. – [132157, 9 p.]. – Схема доступа: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132157>

Результаты исследований Турсуналиевой Е.М. апробированы на 12 профильных международных, всероссийских симпозиумах и конференциях (2017-2020 гг.).

Оформление и содержание диссертационной работы. Диссертация изложена на 140 страницах, состоит из введения, 7 глав, заключения, списка литературы из 345 источников, содержит 42 рисунка и 10 таблиц. Текст диссертации структурирован, обладает внутренним единством. Стиль изложения научный.

Введение содержит актуальность темы исследования, объекты и предмет исследования, формулировки цели и основных задач, фактический материал и описание методов исследования, достоверность, научную и практическую значимость результатов работы, формулировки трех защищаемых положений, апробацию результатов, сведения о публикациях и личном вкладе, благодарности.

Глава 1 диссертационной работы изложена на 19 стр. и представляет собой обзор литературы по биогеохимической индикации состояния окружающей среды с использованием древесных растений, из которого соискатель делает заключение о недостаточной изученности объектов и предмета исследования на территории региона.

В главе 2 на 16 стр. дано обоснование выбора объектов исследований, детально описаны методы и технологии отбора проб и пробоподготовки, лабораторных исследований, контроля качества анализов, статистической обработки результатов. Весь объем работы, связанной с подготовкой и анализом проб на содержание ртути методом атомной абсорбции, выполнен лично диссертантом под руководством специалистов.

В главе 3, объемом 8 стр., приведен краткий эколого-геохимический анализ природных источников ртути, а также последствий ртутного загрязнения природных компонентов (донные отложения и поверхностные воды, снежный покров, почвы, растения) на территории Сибири и Дальнего Востока.

В главе 4 на 12 стр. представлены литературные, в основном собственные результаты натурных и лабораторных опытно-методических работ по изучению накопления ртути в листьях тополя, а именно: 1) различия в содержании ртути между отмытыми и не отмытыми листьями, 2) характер распределения ртути в листьях по высоте кроны тополя вблизи техногенного источника эмиссии, 3) видовой специфики накопления ртути листьями тополей в равных условиях произрастания, 4) влияние периода вегетации на содержание ртути в листьях, 5) форм нахождения ртути в листьях тополя и почве.

В главе 5, объемом 7 стр., даны оценки среднего содержания ртути в листьях тополя на территории более 40 населенных пунктов Сибири и Дальнего Востока, и на основании этих данных получено среднее региональное содержание ртути в растительности для урбанизированных территорий, составлен список территорий с высокими и повышенными средними значениями содержания ртути: Акташ, Новосибирск, Шелехов, Славгород, Яровое, Северск, Усолье-Сибирское и др. Установлена зависимость роста среднего содержания ртути в листьях тополя от численности населения в городах.

В главе 6, объемом 15 стр., рассмотрено влияние локальных техногенных источников на распределение и накопление ртути в листьях тополя: воздействие полигона промышленных отходов химического комбината «Алтайхимпром» (г. Яровое), цеха ртутного электролиза и шламонакопителя ликвидированного предприятия ОАО «Усольехимпром» (г. Усолье-Сибирское), терриконов ртутьсодержащих отходов в промышленной зоне закрытого Акташского горно-металлургического предприятия (в районе пос. Акташ, Республики Алтай), промышленной площадки ПАО «Новосибирский завод химконцентратов» (г. Новосибирск) с литейным производством.

В главе 7 на 7 стр. приведен ретроспективный дендрогеохимический анализ накопления ртути в годовых кольцах тополя на урбанизированной территории вблизи влияния антропогенного источника (г. Новосибирск) и природной территории в пределах Тункинской котловины Байкальской рифтовой зоны. Прослежена связь между пиками высоких концентраций ртути в древесине и периодами сильных землетрясений с магнитудой более 4.0. Полученные данные могут выступать палеоиндикаторами деформаций земной коры, фиксируя как отдельные процессы кратковременного сброса тектонических напряжений, так и сами землетрясения.

Основные выводы представлены в заключении. Они соответствуют решенным задачам.

Диссертант выносит на защиту и обосновывает следующие научные положения:

1. «Среднее содержание ртути в листьях тополя на урбанизированных территориях Сибири составляет $25 \pm 2,9$ нг/г. На концентрирование элемента влияет сезонный фактор (от 601 нг/г до 2425 нг/г) с максимальным концентрированием в опаде в виде свободной формы, высота кроны дерева (от 776 нг/г до 1697 нг/г), ориентация относительно источника техногенной эмиссии ртути и не оказывает существенного влияния видовой принадлежность».

Первое защищаемое положение обосновывается в главах 4 и 5.

2. «На территории Сибири и Дальнего Востока повышенные и высокие концентрации ртути в листьях тополя приурочены к зонам ее добычи и переработки и представляют колебания среднего содержания от 41 до 246 нг/г, что превышает среднее значение по всей выборке в 2-10 раз».

Второе защищаемое положение рассмотрено и доказано в главе 6.

3. «Дендрогеохимические данные по содержанию ртути в годовых кольцах тополя применимы как для анализа пространственно-временных закономерностей ее

распределения на территориях нахождения источников техногенного загрязнения окружающей среды (на примере АО «НЗХК»), так и для оценки уровня природной эмиссии ртути в приземную атмосферу при крупных и средних землетрясениях (на примере Тункинской котловины)».

Третье защищаемое положение доказано на материалах, изложенных в главе 7.

К диссертации и автореферату имеется ряд замечаний разного уровня значимости:

1. Нельзя согласиться с автором, который пишет на стр. 5: «В Российской Федерации крупномасштабных федеральных проектов, направленных на инвентаризацию источников ртутного загрязнения окружающей среды, не выполнялось». В 2013 г. в Российской Федерации стартовал пилотный проект по разработке кадастра ртутных загрязнений. Исполнителем выступило Акционерное Общество «Научно-исследовательский институт охраны атмосферного воздуха» (АО НИИ Атмосфера).

2. Глава 1, стр. 15, предложение в последнем абзаце: «В связи с тем, что атмосферный воздух является **главным** источником питания для растений, так как они дышат всей поверхностью листовой пластины, проходит интенсивный газообмен, что приводит к их чувствительности к загрязнению воздуха». Необходимо уточнить для каких растений? Корневое питание для большинства высших наземных растений является жизненно необходимым, обеспечивает поглощение и транспорт ионов в растворе из почвы.

3. Глава 1, стр. 17, последний абзац. «... в Японии, на протяжении 1932-1968 годов, когда завод, производящий **уксусную кислоту**, сливал жидкие отходы... в залив Минамата». Имелся ввиду химический завод компании «Chisso Corporation» в городе Минамата, который специализировался на производстве ацетальдегида (Уроки болезни Минамата и утилизация ртути в Японии. – Токио: Министерство ОС Японии, 2013. – 68 с.)?

4. Латинские названия видов растений обозначены не везде и не всегда корректно. Согласно Международному кодексу ботанической номенклатуры, после видового эпитета, который пишется курсивом, приводят фамилию автора, сделавшего научное описание этого вида (указывается фамилия в латинской транскрипции в принятом сокращении обычным шрифтом), например, тополь белый (*Populus alba* L.), тополь черный (*Populus nigra* L.).

5. Описание библиографических ссылок в тексте диссертации при анализе опубликованных работ не всегда оформлены по ГОСТ, не указан год издания, например, Наука и жизнь... (стр. 17), Минаматская конвенция... (стр. 18), Ртутное загрязнение в России... (стр. 21), Дендрология ... (стр. 32), Интернет-журнал «Живой лес» ... (стр. 34).

6. Глава 2, стр. 37, наименование изученных территорий и количество отобранных проб листьев тополя на картосхеме (рисунок 2.2.2) не совпадают с описанием в тексте.

7. Глава 2, стр. 39, под рисунком 2.2.4 отсутствуют условные обозначения.

8. Глава 2, стр. 44, последний абзац, написано «низший предел обнаружения...», правильно писать «нижний предел обнаружения».

9. Глава 3, стр. 49. В описании основных природных источников ртути на территории Сибири: «Ртутные месторождения сконцентрированы в трех рудных

провинциях: Алтае-Саянской, Забайкальской и Верхояно-Колымской» и на рисунке 3.1 правильное было сделать ссылки на первоисточники:

Геология и генезис ртутных месторождений Алтае-Саянской области / В.А. Кузнецов, В.И. Васильев, А.А. Оболенский, И.П. Щербань. – Новосибирск: Наука, 1978. – 295 с.; Оболенский А.А. Природные источники ртути в Сибири / А.А. Оболенский, Н.А. Озерова, В.И. Васильев // Химия в интересах устойчивого развития. 1995. №3. С. 11-22.

10. Глава 6, стр. 84, 86 (в автореферате на стр. 13) автор ошибочно причисляет пос. Акташ и территорию Акташского горно-металлургического предприятия к Алтайскому краю. Данный населенный пункт и объект находятся на территории Республики Алтай.

11. В автореферате на стр.10 расстояние от исследуемого дерева до предполагаемого источника ртутного загрязнения в тексте и на рисунке 1 разнится (600 м и 480 м).

12. Результат «Среднее содержание ртути в листьях тополя на урбанизированных территориях Сибири составляет $25 \pm 2,9$ нг/г» логичнее было включить во второе защищаемое положение в соответствии с порядком поставленных задач.

13. К общему замечанию следует отнести необходимость устранения опечаток, технической и корректорской работы над текстом, некоторыми таблицами и рисунками в диссертации и автореферате.

По разному оформлен список литературы к диссертационной работе, иногда даже нет названия журнала.

Высказанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общего хорошего впечатления о работе, которая соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Соответствие работы научной специальности. Диссертация Турсуналиевой Е.М. соответствует области 1. «Естественные науки», группе специальностей 1.6. «Науки о Земле и окружающей среде», научной специальности 1.6.21. «Геоэкология», отрасли «геолого-минералогические науки»; отвечает пунктам паспорта специальности: 1.4 «Влияние дегазации, геофизических и геохимических полей, геоактивных зон Земли на окружающую среду»; 1.8 «Природная среда и геоиндикаторы ее изменения под влиянием урбанизации и хозяйственной деятельности человека»; 1.11 «Геоэкологические аспекты функционирования природно-технических систем»; 1.12 «Геоэкологический мониторинг и обеспечение экологической безопасности, средства контроля»; 1.17 «Геоэкологическая оценка территорий. Современные методы геоэкологического картирования».

Общее заключение по работе. Представленная к защите диссертационная работа Турсуналиевой Елены Муратовны на тему «Экогеохимия ртути в древесных растениях рода тополь (листьях и годовых кольцах) урбанизированных территорий Сибири и Дальнего Востока» является завершенной научно-квалификационной работой. Она выполнена по актуальной тематике, на основе обширного фактически материала, личного вклада диссертанта непосредственно участвовавшим в полевых работах, пробоподготовке, аналитических исследованиях, обработке и анализе полученных данных.

Диссертация соответствует требованиям п.п. 2.1, 2.2 Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете, утвержденного приказом ФГАОУ ВО НИ ТПУ от 28 декабря 2021 г. № 362-1/од, а ее автор, Турсуналиева Елена Муратовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21. «Геоэкология» (25.00.36 – Геоэкология (Науки о Земле)).

Гребенщикова Валентина Ивановна, доктор геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 «Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых», ведущий научный сотрудник лаборатории экологической геохимии и эволюции геосистем Института геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук (ИГХ СО РАН).

Интернет-сайт организации: <http://igc.irk.ru/ru/>

Е-mail автора отзыва: vgreb@igc.irk.ru

Телефон автора отзыва: +7 (3952) 42-39-09 (рабочий)

Я, Гребенщикова Валентина Ивановна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«05» 03 2022

Подпись Гребенщиковой В.И. удостоверяю

ДПТИС
ВЕРЯЮ
В. канц
Х СО РА

7