

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Анны Валерьевны Таловской «ЭКОГЕОХИМИЯ АТМОСФЕРНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ЮГА СИБИРИ (ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ СОСТАВА НЕРАСТВОРИМОГО ОСАДКА СНЕГОВОГО ПОКРОВА)», представленную на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21. – Геоэкология.

Представленная на оппонирование работа состоит из введения, заключения, списка литературы, включающего 643 наименования первоисточников и 7 глав текста. Текстовая часть содержит 373 страницы, сопровождается 109 таблицами, 113 рисунками.

Актуальность выбранной темы сомнений не вызывает. Фундаментальные научные знания о влиянии атмосферных аэрозолей на качество атмосферного воздуха, исследования элементного и фазового составов атмосферных выпадений являются актуальными. Урбанизированные территории юга Сибири подвержены воздействию техногенных источников, среди которых выделяются крупные предприятия топливной, металлургической, машиностроительной, химической, нефтехимической, атомной, горнопромышленной, теплоэнергетической промышленности. Использование снегового покрова в качестве планшета-накопителя аэрозольных частиц является эффективным методом исследования загрязнения атмосферы при техногенном воздействии.

Достоинством представленной диссертационной работы является получение новых знаний при исследовании процессов и закономерностей распределения уровня пылевой нагрузки, химических элементов, природных и техногенных образований в атмосферных аэрозолях по результатам комплексного исследования состава нерастворимого осадка снегового покрова на урбанизированных территориях. Применительно к предприятиям теплоэнергетики юга Западной Сибири установлены уровни пылевой нагрузки и выявлены закономерности их изменений в зависимости от расстояния до источника выбросов. Выполнена оценка редкометалльной и ртутной техногенной геохимической специализации нерастворимого осадка снегового

покрова. Определены индикаторные показатели отношения минеральных фаз природного и техногенного происхождения, микрочастицы редкоземельного и уранового составов. Разработана методологическая основа и выполнена типизация урбанизированных территорий юга Сибири по атмосферному техногенному воздействию на среду обитания на основе систематизации результатов изучения уровня пылевой нагрузки, геохимических и минерально-вещественных особенностей состава нерастворимого осадка снегового покрова на территории 21 города в регионе.

Задачи, поставленные и решенные автором, серьезны и охватывают большой массив информации о геоэкологии урбанизированных территорий юга Сибири.

По содержанию диссертация разбивается на обзорно-информационные главы с 1 по 2, главу 3 по методикам аналитических работ и, собственно, главы содержательные с результатами научных исследований соискателя с 4 по 7. Имеет смысл отметить отсутствие дисбаланса по объему этих частей (не более 20% объема диссертации составляют обзорные главы).

Глава 1 содержит современные представления об аэрозолях и снеговом покрове как депонирующей среды на основе литературного обзора. Последовательно и в доступной форме приведены данные о хронологии и ориентированности исследований снегового покрова в качестве депонирующей среды. Небольшой вопрос возникает при знакомстве с первым предложением выводов главы: "...обзор публикаций убедительно показывает актуальность исследований атмосферных аэрозолей как мощного экологического фактора ..."(?).

Глава 2 посвящена характеристике природно-климатических и геоэкологических условий на изучаемых урбанизированных территориях юга Сибири. К содержанию этой обзорно-информационной главы замечаний нет. Но, качество рисунков 2.1.1., 2.2.3., 2.2.4. вызывает вопросы, а качество рис. 2.2.6 не выдерживает критики.

Глава 3 содержит характеристику методов и методик аналитических процедур работы с материалом проб. Рубрикация и лаконичность изложения дают представление о полноте методов и применявшихся методик. Вместе с тем, по содержанию главы есть существенные замечания. При фильтрации проб использовали беззольные фильтры

“синяя лента”. Размер пор таких фильтров от 2 до 3 микрон. Вместе с тем, общепринятым является разделение на взвесь и снеговой фильтрат на фильтрах 0.45 микрон мембранной фильтрацией под вакуумом. Следующий момент относится к схеме обработки проб осадка после высушивания. По описанию, осадок просеивался через сито 1 мм. Как поступали с фракцией осадка +1.0 мм? Вес этой фракции учитывали при расчете пылевой нагрузки? Почему именно 1 мм использовали для отсечения? “Сухим” рассевом из крупнообъемных проб (25-50 кг снега) в точках с пылевой нагрузкой 100-300 мг/м²/сутки можно получить рассевом 5 г фракции -63 мкм. После анализа 2-3 проб это позволило бы обосновать либо близость либо существенные различия в химическом и вещественно-минеральном составе “валовой” фракции (-1000 мкм) и тонкодисперсной фракции осадка (-63 мкм).

При изложении рентгеновской дифрактометрии указано, что предел обнаружения анализа составляет 1%. Для различных по степени окристаллизованности фаз предел обнаружения колеблется от 1-1.5% (кварц, гипс), через 3-4% (амфибол) до 10-12% (оксиды железа).

Сравнительная сопоставимость методов ИСП-МС и ИНАА указана как “удовлетворительная”. Но, приведенные данные в таблице 3.2.3. для As, Cr, Hf, Lu с расхождениями от 17.5 до 47.3% никак нельзя отнести к категории допустимых.

На защиту выносятся четыре положения.

Первое защищаемое положение. Промышленный техногенез на урбанизированных территориях юга Сибири формирует средний (60–240 мг/(м²/сут.) и высокий (240–600 мг/(м²/сут.) уровни пылевой нагрузки относительно фона (<20 мг/(м²/сут.). Техногенная геохимическая специализация нерастворимого осадка снегового покрова контрастно проявляется в спектре макро- и микроэлементов, уровни концентрации которых в 2–140 раз выше фоновых значений, что определяется видами функционирующих промышленных предприятий и пространственно-временной динамикой формирования геохимических ореолов. В зонах техногенеза в минерально-вещественном составе нерастворимого осадка снегового покрова комплекс техногенных образований включает специфичные виды микрочастиц металлов и металлоидов (в форме сульфидов, сульфатов, оксидов, фосфатов,

интерметаллидов, $\leq 5\%$), микроминеральных фаз (силикаты, карбонаты, фториды, ферриты, сульфиды, окислы, $\leq 25\%$) и прочих компонентов (частицы шлаков, стройматериалов, угля, микросферулы, $\leq 70\%$), которые характеризуют воздействие разнопрофильных промышленных предприятий.

Это положение обосновывается фактическим материалом в главе 4. На основе большого объема фактического материала установлены два уровня техногенной нагрузки для городов юга Сибири. При этом отдельно выделена специфика пылевой нагрузки для монопрофильных и многопрофильных городов с определенным типом техногенеза от урботехногенеза до горнопромышленного. Получены оценки средних содержаний широкого спектра химических элементов (редкоземельные, уран и торий, тяжёлые металлы и металлоиды, макроэлементы и др.) в нерастворимом осадке снегового покрова для 21 урбанизированной территории юга Сибири с разными условиями техногенеза. Фактический материал по величинам пылевой нагрузки, изложенный начиная с таблицы 4.2.4. и в последующих для геохимических рядов среднесуточных выпадений 28 химических элементов и для 59 элементов, впечатляет. Первое защищаемое положение доказано и проиллюстрировано фактическим материалом. Замечание относится к разделу 4.3. Природные минеральные образования, представленные кварцем, полевыми шпатами, слюдами, карбонатами, растительными остатками составляют от 13 до 54% массы проб (таблица 4.3.1.). На стр. 124 их появление в составе осадка объясняется эрозией *непокрытых снегом* участков ландшафтов. Это объяснение представляется противоречием обоснованию использования снегового покрова в главе 1 как планшета для накопления частиц, поступающих только из атмосферы.

Вызывает вопрос и отнесение молибденита в таблице 4.3.1. в г. Сорске к природным образованиям. Поскольку, следуя ссылке на понятийный аппарат экологической минералогии (стр. 124), минеральная фаза, перемещенная в отходы добычи руд (отвалы) или отходы обогащения руд (хвостохранилище), становится техногенной фазой.

Второе защищаемое положение. **Уровень пылевой нагрузки в зоне воздействия предприятий теплоэнергетики юга Западной Сибири изменяется от 56 до 880 мг/(м²/сут.). По мере удаления от источников выбросов (высота 100–150 м), наибольший уровень пылевой нагрузки (79–790 мг/(м²/сут.) формируется на расстоянии до 1,3 км, а в пределах 1,3–2,3 км уровень нагрузки снижается в**

среднем в 2 раза (43–268 мг/(м²/сут.). В качестве элементов-индикаторов, отражающих геохимические особенности состава нерастворимого осадка снегового покрова, установлены лантаноиды, Y, Sc, U, Th, Nb, Hf, Ta, Ge, Ga, Zr, Hg. Характерным при этом является наличие микрочастиц, представленных в форме редкоземельных фосфатов, а в отдельных случаях оксидов урана. Минерально-вещественная специфика обусловлена присутствием микросферул различного состава (алюмосиликатные, алюмосиликатно-железистые, железистые, лантан-цериевые и иттриевые) и отношением муллит/кварц (0,2–3,1, при фоне 0,01 ед.).

Это положение обосновывается фактическим материалом в главе 5. Последовательно изложены результаты оценки величин пылевой нагрузки и геохимической специализации осадка снегового покрова для районов влияния предприятий теплоэнергетики, использующих уголь с различной зольностью и отличными спектрами химического состава. Установлена зависимость гранулометрического состава осадка от расстояния до источника эмиссии. В ближней зоне воздействия ГРЭС-2 г. Томска (до 1 км) преобладают (до 45%) крупные гранулометрические фракции частиц в нерастворимом осадке снегового покрова (10–50 и 50–300 мкм), а в дальней зоне (1,3–2 км) увеличивается доля (до 35%) мелких фракций (<1 и 1–10 мкм). Для нерастворимого осадка снегового покрова характерны геохимические ассоциации редкоземельных (Sc, Y, лантаноиды) и радиоактивных (U, Th) элементов, Nb, Hf, Ta, Ge, Ga и Zr. Уровни концентрации элементов этой группы превышают фон в 2–45 раз. Кроме того, определена ртутная геохимическая специализация нерастворимого осадка снегового покрова, которая наиболее отчетливо выражена в зоне воздействия ТЭС, расположенных в Мысках, Северске и Караганде.

В целом, изложенные фактические данные и их интерпретацию можно признать достаточными для доказательства второго защищаемого положения.

Третье защищаемое положение. На основе эколого-геохимического районирования территории Томской области в нерастворимом осадке снегового покрова установлены повышенные концентрации U, Ba, Na, Zn, Ta, Sr, Hg, Br, Hf, Th, Sb и лантаноидов относительно фона. Выделены при этом три основные техногенные геохимические субпровинции разного генезиса и локализации: полиэлементная с ассоциацией лантаноиды-U-Th-Ta-Sc-Cs-Hf-Hg-Sr-Ba-Co в районах с повышенной пылевой нагрузкой Томск–Северской промышленной агломерации и угольной теплоэнергетики; ртутно-бромная в районах размещения объектов теплоэнергетики; натриевая в зоне воздействия нефтегазодобывающих предприятий.

Это положение обосновывается фактическим материалом главы 6. Определены индикаторы в нерастворимом осадке снегового покрова, отражающие воздействие котельных, использующих уголь, – спектр микроэлементов (U, Th, As, Co, Hg, Zn, Sb, Ba, Sr, лантаноиды (La, Ce, Nd, Eu, Tb, Yb, Lu, Sm), Sc, Cs, Hf, Ta, Br), фазы муллита (10–25%), микрочастицы оксидов урана, цериевых фосфатов и лантан-цериевые микросферы. На территории северных районов области, подвергаемых воздействию нефтегазодобывающих предприятий, установлена локализация контрастных геохимических ореолов натрия. В этих ореолах концентрация Na в нерастворимом осадке снегового покрова находится на уровне 5–6 фонов, величины среднесуточного выпадения Na на снеговой покров – 16–29 фонов.

Третье защищаемое положение представляется обоснованным как фактическим материалом, так и формами представления в виде рациональных графических иллюстраций, уместных для описания таблиц.

Замечание касается обоснованности выделения Hg-Br субпровинции в районах размещения объектов теплоэнергетики. Приведенные коэффициенты концентрации для Hg (2.1) и Br (1.8), на взгляд оппонента, нельзя считать аномальными.

Четвертое защищаемое положение. **Разработана и проведена типизация урбанизированных территорий юга Сибири по атмотехногенному воздействию на среду обитания, подходы к которой основаны на критериях и признаках, характеризующих промышленно-урбанизированное освоение территорий и аэрозольное загрязнение, отражающие закономерности формирования уровня пылевой нагрузки, геохимических и минерально-вещественных особенностей состава нерастворимого осадка снегового покрова, для оценки экологического состояния территорий.**

Это положение подробно обосновывается в разделах главы 7 “Типизация урбанизированных территорий юга Сибири по атмотехногенному воздействию на среду обитания”. В этом разделе соискатель попыталась решить сложную задачу подбора и обоснования минимально необходимого количества критериев и параметров для оценки экологического состояния территорий. Рассмотрены практические вопросы использования комплекса характеристик для типизации территорий.

Четвертое защищаемое положение, ориентированное на практическое использование полученных соискателем научных результатов, аргументировано и доказано. Но, нужно отметить, что в силу практической направленности материалы, изложенные в главе 7, научной новизны не содержат.

Текст диссертации написан хорошим языком, автореферат соответствует содержанию диссертации, приведенные иллюстрации достаточно информативны, хотя и не лишены недостатков. Содержание диссертационной работы соответствует паспорту специальности 1.6. 21 Геозкология.

Представленная работа соответствует требованиям п.п. 2.1 – 2.5 Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете, утвержденного приказом ФГАОУ ВО НИ ТПУ от 28 декабря 2021 г. № 362-1/од, предъявляемым к докторской диссертации, поставленные в ней цели и задачи решены, а непосредственно автор работы, Таловская Анна Валерьевна, заслуживает присуждения учёной степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21 «Геозкология».

Я, Удачин Валерий Николаевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент

Удачин Валерий Николаевич

Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки

Южно-Уральский федеральный научный центр
минералогии и геозкологии Уральского отделения
Российской академии наук,

доктор геолого-минералогических
наук, доцент

18.05.2022

456317 г. Миасс, Челябинская область,
тер. Ильменский заповедник

Интернет сайт организации: <http://www.chelscience.ru>

e-mail: info@mineralogy.ru

раб. тел.: 8(3513)298098

E-mail: udachin@mineralogy.ru

