

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу ТАЛОВСКОЙ А.В.
«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

Актуальность исследований А.В. Таловской определяется высокой опасностью загрязнения атмосферного воздуха на урбанизированных территориях. Сложный состав аэрозолей от различных промышленных источников вносит значительный вклад в качество среды обитания в городах и, как следствие, - имеет большое влияние на здоровье людей. Исследование, проведенное А.В. Таловской, направлено на выявление закономерностей формирования химического и минерального состава на урбанизированных территориях, что очень важно как для Сибири, так и для понимания этого процесса в целом.

Научная новизна работы заключается в комплексной характеристике атмосферных аэрозолей на урбанизированных территориях Сибири; определении уровня пылевой нагрузки в зонах воздействия предприятий теплоэнергетики; показана динамика формирования пылевых отложений за 2007 – 2018 гг.; разработке научных подходов к типизации урбанизированных территорий по степени воздействия на среду обитания. Своими исследованиями А.В. Таловская внесла много нового в знания о процессах формирования аэрозольной нагрузки в городах юга Западной Сибири.

Диссертационная работа имеет важное **практическое значение**, которое состоит в возможности определения источников пылеаэрозольных поступлений на территории от промышленных источников, прогнозе изменения экологического состояния региона, оценке риска здоровью. Автором разработаны и запатентованы способы определения участков загрязнения снегового покрова. Материалы исследований использованы в деятельности профильных экологических организаций и в образовательном процессе в Томском политехническом университете.

Диссертация начинается с обзора изученности проблемы (Глава 1), в которой рассмотрены достижения в области исследований атмосферных аэрозолей, их влияние на здоровье человека, использование снегового покрова для изучения аэрозольных выпадений. На фоне довольно большого объема исследований, отраженных в публикациях, автор выделяет недостаток знаний об экогеохимии широкого круга элементов в составе природных и техногенных составляющих и доказывает высокую актуальность представленных в диссертации результатов.

Природно-климатическая и геоэкологическая характеристика юга Сибири дана во второй Главе и даёт полное представление о климатических условиях исследованных территорий, характеристиках атмосферного воздуха и снегового покрова с детальным описанием городов Сибири по типам промышленных производств, вносящих вклад в загрязнение атмосферы. Глава весьма информативна.

В разделе, посвящённом методам (Глава 3), А.В. Таловская приводит детальное описание применённых методик: отбор проб снегового покрова и их подготовка для анализа, методы анализа проб, обработка фактических данных, эксперименты по биотестированию. Нельзя не отметить большой объём фактического материала, на котором базируется диссертация, широкий круг методов, определяющий комплексность результатов, тщательность в обработке и систематизации данных.

Первое защищаемое положение посвящено результатам определения уровня пылевой нагрузки, выявлению техногенных частиц в составе аэрозолей и их характеристике.

В формулировке защищаемого положения при указании доли тех или иных соединений сульфиды отмечены дважды – в группе, составляющей $\leq 5\%$ и в группе $\leq 25\%$. Видимо, в каком-то случае это опечатка.

Защищаемое положение доказывается большим фактическим материалом – анализом проб снега, собранного во многих городах Сибири. Автором установлено, что в городах Сибири формируется средний и высокий уровень пылевой нагрузки. Интересны данные по динамике пылевой нагрузки при закрытии предприятий и ремонте дорог.

Небольшой вопрос. Почему в табл. 4.2.2. жирным шрифтом выделены высокие значения коэффициентов концентрации выборочно? Некоторые, на мой взгляд, высокие значения (например, Be и Mg в Сорске, Mo и Ba в Стрежевом) жирным не выделены, в то время как значение 1.1 для серебра в Сорске выделено? Почему Са попал в самый конец списка элементов? Тот же вопрос про жирный шрифт – к табл. 4.2.3. И что значит – высокие значения? Выше каких-либо и насколько?

К редакционным замечаниям относятся такие словосочетания, как «поступление редкоземельных и радиоактивных элементов», «выпадение элементов». Выпадают не элементы, а частицы, их содержащие. Отнесение сурьмы к тяжелым металлам неверно (стр. 113). Что такое «элементы рудных пород» (стр. 118)? Первый раз вижу такое разделение: «рудовмещающие, рудные и нерудные горные породы». В рудах содержатся не только перечисленные элементы, а буквально все (закон геохимии Кларка-Вернадского), стр. 119. И если употреблять термин «повышены», то обязательно нужно указывать, по сравнению с чем (стр. 119). Что такое «металлическая форма» (стр. 124)?

Почему молибденит в табл. 4.3.1 и 4.3.2 отнесён к природным образованиям, а в следующей табл. 4.3.3 – к частицам из зоны воздействия предприятий? Что означает соотношение кремний/кварц на рис. 4.3.2? Странная форма представления, например, сульфидов в виде перечисления входящих в их состав элементов, а не в виде формул здесь и в последующих аналогичных таблицах. Специальность Геоэкология относится к геолого-минералогическим наукам в данном случае, описание минералогии взвесей ожидалось бы увидеть более квалифицированным.

Положение полностью доказано представительным фактическим материалом, комплексностью исследования, корректностью статистической обработки.

Во *втором защищаемом положении* содержится утверждение об уровне пылевой нагрузки в зоне воздействия предприятий теплоэнергетики, пространственной изменчивости нагрузки и характеристике минерального состава.

Этот раздел работы содержит важные результаты, т.к. воздействие ТЭЦ на прилегающие и удалённые территории велико, и альтернативы этим предприятиям нет. Как и для всей работы, так и для доказательства этого защищаемого положения Анна Валерьевна привлекает огромный фактический материал, собранный в зонах воздействия ТЭЦ гг. Кемерово, Мыски, Юрга, Северск, Томск и Омск. Кроме того, автором проанализирована и временная изменчивость пылевой нагрузки в районе ГРЭС-2 в Томске. Положительным моментом является сопоставление геохимической специализации взвеси с составом углей и золой уноса, что явно указывает на принадлежность обнаруженных закономерностей к той или иной ТЭЦ. Интересно обнаружение повышенных концентраций ванадия и брома во взвеси вблизи ТЭЦ в результате сжигания мазута или ртути – в ТЭЦ на природном газе и нефтепродуктах, но с преобладающей ролью угольных ТЭЦ.

В этом разделе хочется посоветовать автору быть аккуратнее с цифрами. Например, в табл. 5.3.2, в которой жирным шрифтом выделены более высокие, чем в других пробах, содержания элементов, для кобальта с учетом стандартного отклонения (если $\pm$ - это ст. откл.) среднее содержание во взвеси снегового покрова в зоне воздействий в Томске, Кемерово, Мыски не отличается от такового в Караганде. То же – для никеля в г. Мыски и Караганде. И т.д. Излишняя точность при расчете среднего уровня концентраций элементов в среднесуточном выпадении пыли. Пять значащих цифр не соответствуют метрологическим характеристикам аналитических методов.

При описании таблицы 5.4.1 допущена путаница: в зонах воздействия ТЭЦ группа техногенных частиц составляет 73-90 % (а не 74-90 %), а группа частиц природного происхождения 10-31 % (а не 10-26%), а на фоновых территориях – 24 и 76 %

соответственно (в тексте указано наоборот). Доля техногенных частиц в зонах действия ТЭЦ, кроме Омской, составляет 69-86 %, а не 60-85 %. Та же несогласованность табличных и текстовых цифр – при описании табл. 5.4.3. Не совсем понятно, почему в табл. 5.4.4 кварц, алюмосиликаты, карбонаты рассматриваются как поступающие с выбросами ТЭЦ, а не природные образования. Таблицей выше, 5.4.3, показано, что количество кварца и альбита во взвеси на фоновых территориях значительно выше, чем в зонах воздействия ТЭЦ. Здесь было бы не лишним хотя бы кратко обсудить геологическое строение территории и упомянуть состав пород для понимания состава природных аэрозолей. Типизация техногенных частиц (стр. 190) тоже вызывает вопросы. Она сделана по разным признакам: состав, морфология, принадлежность, что неправильно.

Положение полностью обосновано, раздел, посвященный ореолам загрязнения от ТЭЦ, содержит большую информацию и результаты тщательной работы.

Третье защищаемое положение посвящено районированию Томской области по преобладающим ассоциациям элементов во взвеси снегового покрова.

Это положение также основано на большом фактическом материале, что характерно для всей работы А.В. Таловской. Опробованием охвачены 116 населённых пунктов, в том числе 4 города. Определены основные закономерности формирования пылевой нагрузки на территориях под воздействием котельных, использующих разные виды топлива. Автор выделяет 6 геохимических ассоциаций элементов по результатам определения состава взвеси и кластерного анализа. Каждая из ассоциаций соответствует специфическому источнику загрязнения. Анна Валерьевна скрупулёзно проанализировала фактический материал, провела систематизацию и обобщение данных, наглядно продемонстрировала геохимические ассоциации и ряды элементов в районах Томской области. Особо удались схемы распределения элементов на исследуемой территории. Интересен раздел по результатам определения изотопов урана, что позволило идентифицировать источники поступления аэрозолей.

Небольшие замечания. Трудно согласиться с автором, что отсутствие корреляции либо её отрицательное значение обусловлено разными источниками поступления элементов или их локальным накоплением. Сами по себе элементы не переносятся и не накапливаются. Корреляционные связи между элементами определяются формами их нахождения во взвеси, которые в свою очередь зависят от состава источника, природного (частицы пород, почв и т.п.) или антропогенного.

Положение доказано приведёнными фактическими данными, результатами статистической обработки и обобщением полученного материала.

Четвертое защищаемое положение отражает результаты типизации урбанизированных территорий по атмотехногенному воздействию.

По сути, данный раздел резюмирует всю проведённую работу и содержит анализ уровней пылевой нагрузки в зависимости от наличия/отсутствия промышленных предприятий, их концентраций в городе, численности населения. Разработанные и научно обоснованные А.В. Таловской подходы к типизации городских территорий основаны на собранном материале и большом объёме литературных данных. Автор виртуозно использует разные признаки, как прямые, так и косвенные, для обоснования разделения изученных территорий на типы. К данному разделу замечаний нет.

Достоверность сделанных в диссертации выводов определяется большим фактическим материалом, современными аналитическими методами, применёнными в работе, квалификацией автора при обработке аналитических данных, тщательностью проводимых исследований и грамотным анализом литературных данных. Диссертация производит очень хорошее впечатление интересной научной работы, значимой как в фундаментальном плане, так и имеющей практическое применение.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Работа апробирована на ряде международных, всероссийских и региональных конференциях. По теме диссертации опубликовано 255 работ, из них 59 публикаций в рецензируемых журналах, в том числе 36 статей в российских изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 2 патента РФ на изобретения и патент на полезную модель. Это более, чем достаточно для подтверждения квалификации, т.е. результаты работы достаточно широко освещены и апробированы.

Можно сделать вывод, что Анной Валерьевной проведена большая работа по исследованию закономерностей формирования ореолов аэрозольного загрязнения, как природного, так и техногенного происхождения; определению их химического и минерального состава; идентификации источников загрязнения; разработке научных основ типизации урбанизированных территорий. Сделанные к диссертации замечания, по сути, имеют редакционный характер и не влияют на полноту приведённых доказательств защищаемых положений.

Диссертация соответствует паспорту специальности 1.6.21 – Геоэкология в пунктах: 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; 1.10. Разработка научных основ рационального использования и охраны водных, воздушных, земельных, рекреационных,

минеральных и энергетических ресурсов Земли, санация и рекультивация земель, ресурсосбережение; 1.11. Геоэкологические аспекты функционирования природно-технических систем. Оптимизация взаимодействия (коэволюция) природной и техногенной подсистем; 1.12. Геоэкологический мониторинг и обеспечение экологической безопасности, средства контроля.

Диссертационная работа А.В. Таловской соответствует требованиям п. 2.1-2.5 Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (Приказ № 362-1/од от 28.12.2021) и может рассматриваться как научно-квалификационная работа, в которой решена научная проблема, имеющая важное социально-экономическое и хозяйственное значение, а также вносящая большой вклад в геоэкологию.

Считаю, что диссертация А.В. Таловской отвечает всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор достойна присуждения степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология.

Заведующая лабораторией геоэлектрохимии
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука
Сибирского отделения Российской академии наук
доктор геол.-мин. наук, профессор
26.04.2022

Бортникова Светлана Борисовна

630090, Новосибирск. Проспект академика Коптюга, 3, ИНГГ СО РАН
e-mail: bortnikovasb@ipgg.sbras.ru
Тел.: 913 02

Я, Бортникова С.Б., даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

ОБЩЕСТВО НАУКИ

26.04.2022