

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Холодова Алексея Сергеевича по теме:

**«Геоэкологическая оценка загрязнения атмосферы малых и средних населённых пунктов Приморского края микроразмерными частицами»,
представленную на соискание учёной степени кандидата
географических наук по специальности 25.00.36 - Геоэкология**

Актуальность работы определяется тем, что в России отсутствуют систематические данные о составе атмосферных взвесей в небольших населённых пунктах, причём акцент сделан на изучение загрязнения атмосферы микроразмерными частицами (от 1 до 10 и до 50 мкм). Именно такого размера частицы наиболее опасны для здоровья человека.

В Российской Федерации приняты ГОСТы для размеров твёрдых частиц в атмосфере. В 2016 году были введены в действие руководящие документы РД 52.04.830-2015 «Массовая концентрация взвешенных частиц РМ 10 и РМ 2.5 в атмосферном воздухе» и РД 52.04.840-2015 «Применение результатов мониторинга качества атмосферного воздуха, полученных с помощью методов непрерывных измерений», которые установили гравиметрический метод измерения массовой концентрации взвешенных частиц диаметром менее 10 мкм и менее 2,5 мкм, как эталонный. То есть ГОСТы введены, а фактического материала по стране так и не было.

Данная диссертация в значительной мере восполняет существующий пробел в загрязнении населённых пунктов микроразмерными частицами и является по сути пионерной.

Диссертация А.С. Холодова изложена на 184 страницах. Содержит введение, обзор литературы, характеристику обследованных территорий, материалы и методы исследования, результаты и их обсуждения, выводы, список сокращений и условных обозначений. Список использованной литературы включает 229 источников, в том числе 106 иностранных. Иллюстрирована работа 48 таблицами и 81 рисунком.

Первая глава посвящена обзору литературы по тематике исследования. Она включает два раздела.

В первом разделе приведены классификации атмосферных взвесей, описаны источники загрязнения атмосферы взвешьями. Рассмотрено понятие «качество атмосферы» в контексте загрязнения взвешьями воздуха городов. Также дана характеристика географического расположения, климата и рельефа Приморского края, определены основные локальные экологические проблемы. Из работы видно, что автор знает, как физическую, так и экономическую географию Приморья, поэтому выбор 17 районов (из них 24 населённых пункта) для изучения загрязнения атмосферы вполне обоснован.

Второй раздел посвящен обзору влияния загрязнения атмосферного воздуха на здоровье человека.

Вторая глава состоит из двух разделов. В разделе 2.1 приводится географическое описание района работ. Исследование атмосферных взвесей проводилось в период с 2015 по 2018 гг. в 24 населенных пунктах Приморского края, находящихся в 17 районах и городских округах. Для целей исследования населенные пункты были разделены на категории по численности населения, руководствуясь сводом правил «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» (СП 42.13330.2011) Минрегионразвития РФ. Среди исследованных городов, поселков и сел Приморья для сравнения были выделены:

- 12 малых населенных пунктов в подкатегории до 10 тыс. человек (поселки Ольга, Терней, Пластун, Посыет, Горные Ключи, села Уссурка, Новопокровка, Измайлиха, Уборка, отдаленный район г. Дальнереченска ЛДК, бывший поселок Козьмино и окрестности Порты Восточного);

- 9 малых населенных пунктов в подкатегории от 10 до 50 тыс. человек (поселки Кавалерово, Пограничный, Славянка, село Чугуевка, города Большой Камень, Дальнегорск, Лесозаводск, Спасск-Дальний, Фокино);

- 3 средних и крупных города с населением от 50 до 250 тысяч человек (Арсеньев, Уссурийск и Находка)

Раздел 2.2 посвящен методам отбора и анализа проб атмосферных взвесей. В каждом населенном пункте были отобраны пробы

свежевыпавшего снега, а в ряде населенных пунктов дополнительно отбирали пробы хвои. Точки отбора проб выбирались рядом с предприятиями, вдоль крупных улиц и магистралей, а также в жилых и парковых зонах.

Отбор проб: при отборе проб снега было необходимо исключить вторичное загрязнение антропогенными аэрозолями, поэтому собирали верхний слой (5-10 см) только что выпавшего снега с площади 1 м². Для проведения исследования загрязнения атмосферы вне зависимости от сезона был использован усовершенствованный ультразвуком метод смыва с хвои, который продемонстрировал сопоставимость результатов с гранулометрическим анализом снеговой воды.

В главе 3 приводятся результаты исследований гранулометрического, морфологического и химического состава атмосферных взвесей. Глава состоит из шести разделов.

Раздел 3.1 содержит данные по распределению частиц атмосферных взвесей по размерным фракциям в больших населенных пунктах (от 100 до 250 тыс. жителей), сведенные в таблицы и гранулометрические кривые распределения. В разделе 3.2 представлено распределение частиц атмосферных взвесей по размерным фракциям в среднем по числу жителей населенном пункте. В разделе 3.3 приводятся результаты гранулометрического анализа проб атмосферных взвесей малых населенных пунктов (от 20 до 50 тыс. жителей). В разделе 3.4 приводятся данные аналогичного исследования в малых населенных пунктах в подкатегории от 10 до 20 тыс. жителей. Раздел 3.5 посвящен гранулометрическому анализу проб атмосферных взвесей, отобранных в малых населенных пунктах в подкатегории до 10 тыс. жителей.

В разделе 3.6 представлена качественная характеристика атмосферных взвесей городов Спасск-Дальний, Дальнегорск и Посьет. Показано, что основными источниками загрязнения атмосферного воздуха города в Спасске-Дальнем являются Новоспасский цементный завод и АО «Спасский

комбинат асбоцементных изделий», расположенные в черте города, а также железная дорога и перевозимые по ней грузы. Частицы PM_{10} были обнаружены в больших количествах как вблизи источников микроразмерного загрязнения, так и на удалении от них. По результатам программного анализа корреляции между спектрами сигналов рамановского излучения во всех пробах было выявлено содержание частиц, спектр которых совпадает со спектром портландцемента на величину более 50% в долях, доходящих до 90% (в среднем, 79%). Таким образом, почти три четверти проанализированных частиц PM_{10} показывают сходство с цементом более 50%.

Благодаря использованию комплексной методики исследования удалось установить, что в атмосферном воздухе г. Дальнегорска присутствуют микроразмерные частицы, содержащие металлы, которые относят к I (Pb, Zn) и II классам опасности (Ni, Cu). Эти металлы присутствуют, в основном, в виде рудных минералов, что характерно для атмосферного фона Дальнегорского городского округа, на территории которого находятся крупные полиметаллические и боросиликатное месторождения, горнодобывающие и перерабатывающие предприятия. Кроме того, присутствуют уголь и зола, источниками которых в атмосферных взвесах являются котельные.

Согласно результатам качественного анализа проб атмосферных взвесей, собранных в этом городе, подавляющее количество микроразмерных частиц в пробах является кальцитом (более 80% во всех пробах). Часто обнаруживаются силикаты, элементы органики, частицы металлов рваной формы. Частицы угля встречаются, но их количество невелико (от 4,3% до 8,3%). Небольшое количество угля в пробах связано с преобладающим западным ветром, который переносит угольную пыль с терминала в бухту Посьет, тем самым вызывая загрязнение акватории.

Четвёртая глава посвящена экологической оценке населённых пунктов Приморского края и включает четыре раздела.

В разделе 4.1 обсуждаются результаты комплексного исследования атмосферных взвесей населенных пунктов с численностью жителей до 10 тысяч человек. Сделан вывод о том, что геоэкологическая обстановка в таких населенных пунктах в целом благоприятна, при условии отсутствия в них крупных промышленных предприятий и производств, или при условии соблюдения такими предприятиями (например, торговыми портами, занимающимися перевалкой сыпучих грузов) всех установленных экологическим законодательством требований и регулярном мониторинге состояния окружающей среды.

В разделе 4.2 обсуждаются результаты исследования атмосферных взвесей населенных пунктов с численностью жителей от 10 до 50 тысяч человек. Показано, что при отсутствии градообразующих предприятий и иных мощных источников загрязнения атмосферы ситуация с микроразмерным загрязнением приземного воздуха в таких населенных пунктах условно благоприятна, с пиками загрязнения фракцией PM_{10} в отдельных населенных пунктах. Однако, если в черте таких населенных пунктов и рядом с ними расположены промышленные предприятия, или действуют иные негативные факторы, то ситуация кардинально меняется, и повышенные концентрации частиц взвеси диаметром до 10 мкм обнаруживаются во всех точках отбора.

В разделе 4.3 дается характеристика загрязнения приземного воздуха микроразмерными взвесями больших населенных пунктов с численностью жителей от 50 до 250 тысяч человек. Большое количество предприятий, котельных, автотранспорта, автодорог и развязок создает нагрузку на окружающую среду, которая, в свою очередь, негативно влияет на здоровье жителей таких городов.

В разделе 4.4 представлена методика ранжирования населенных пунктов для оценки влияния урбанизации и хозяйственной деятельности на окружающую среду. Используется балльная система оценки, которая включает в себя размерные параметры атмосферных взвесей, долю металлов

и сажи в пробах взвесей, а также наличие градообразующих предприятий. Общее количество присвоенных населенному пункту баллов напрямую отражает степень экологической напряженности, т.е. чем выше балл, тем более острая экологическая ситуация.

Согласно полученным данным, уровень загрязнения атмосферного воздуха в населенном пункте, в большинстве случаев, находится в прямой зависимости от количества проживающих в нем жителей и наличия градообразующих предприятий.

Цель работы достигнута.

Научная новизна работы заключается в следующем. В населенных пунктах с населением до 10 тысяч человек экологически значимая фракция взвеси 2 размерного класса присутствует в воздухе в среднем в доле 20,6%, фракция 3 класса – 15,6%. Доля самой крупной фракции 7 класса составляет в среднем 32,5%. В атмосферном воздухе малых населенных пунктов с населением от 10 до 50 тыс. жителей фракция взвеси 2 размерного класса присутствует в среднем в доле 23,4%, фракция 3 класса – 22,5%. Доля самой крупной фракции 7 класса составляет в среднем 27%. В городах с населением от 50 до 250 тысяч человек фракция взвеси 2 размерного класса составляет в среднем 26,5%, фракция 3 класса – 44,5%. Доля фракции 7 размерного класса составляет в среднем 10,7%.

Атмосферные взвеси населенных пунктов с количеством жителей до 10 тыс. человек преимущественно состоят из частиц кальцита, силикатов, органики, элементов горных пород, угля, золы. В атмосферных взвесьях населенных пунктов до 50 тыс. чел. к перечисленным категориям частиц добавляются спеки термического происхождения, металлосодержащие частицы, цемента-содержащие субстанции. Атмосферная взвесь городов с населением от 50 до 250 тыс. человек дополнительно содержит продукты неполного сгорания, нано- и микрочастицы металлов и их окислов (в том числе, благородных металлов), алюмосиликаты, техногенный мусор.

Установлено, что градообразующие предприятия в Приморском крае (цементный завод в г. Спасске-Дальнем, открытый угольный терминал в п. Посьет и горно-обогатительный комбинат в г. Дальнегорске) загрязняют атмосферу населенных пунктов микрочастицами цемента, угля и минералов. При этом доля частиц диаметром до 10 мкм достигает в этих городах до 59,5; 45,35 и 53,5% от общего числа частиц в воздухе, соответственно.

На основании проведенного ранжирования с использованием предложенной методики исследованные населенные пункты Приморского края отнесены к «благополучным» (11 населенных пунктов), «относительно благополучным» (9 населенных пунктов) и «относительно неблагоприятным» (4 населенных пункта).

Практическая значимость работы определяется следующим. Полученные результаты исследований указывают на необходимость ведения регулярного мониторинга состояния атмосферного воздуха в малых и средних населенных пунктах Приморского края, в особенности в тех, которые на основании ранжирования попали в группу «относительно неблагоприятных». Показано, что соблюдение действующих сегодня санитарно-эпидемиологических правил, касающихся границ санитарно-защитных зон предприятий строительной промышленности, добычи руд, открытых складов и мест перегрузки угля, не обеспечивает уменьшения воздействия загрязнения на атмосферный воздух до значений, установленных гигиеническими нормативами и до величин приемлемого риска для здоровья населения. Необходимо пересмотреть границы санитарно-защитных зон предприятий.

Достоверность результатов исследования подтверждается достаточным количеством литературных источников по теме диссертации, необходимым числом репрезентативных точек опробования, достаточным объёмом научных данных, применением современных и общепринятых методов химического и физико-химического анализа, использованием статистической обработки данных, а также верификацией полученных результатов.

Однако к диссертационной работе можно сделать ряд **замечаний и предложений**:

1. Под воздействием воздушных потоков вещества природного и техногенного происхождения переходят в аэрозольное состояние, образуя атмосферную пыль, количество которой и вред, приносимый человеку, непрерывно возрастают. Помимо разделения частиц по размерам, хорошо было бы привести по всем населённым пунктам значение массовых концентраций частиц в атмосфере, в объёме воздуха, например в мг/м³. Размеры частиц – это важно, но много или мало взвешенных частиц находится по массе?

2. Смущает тот факт, что при анализе и оценке загрязнения атмосферы микроразмерными частицами брались разные годы, то есть разные временные интервалы.

3. Имеются неудачные фразы. Например, стр.12 автореферата «частицы взвеси перемещаются вместе с газом». Газом назван воздух, но это не совсем верно! Лучше – газовоздушная смесь.

Далее стр.19 диссертации «редкоземельные элементы». Наверное, имелись в виду соединения этих элементов! Стр.26 диссертации «выбросы автомобилей выше зимой». Из одного автомобиля – да, но загрязнение автотранспортом в целом зимой может быть и меньше, чем летом. А почему не учитываются инверсия, особые условия рассеяния, влажность воздуха и др.?

Таблица 56 названа «Описание точек отбора проб». На самом деле это не описание, а «указание точек отбора проб». Это замечание относится и к другим таблицам диссертации. Стр. 126, 127 «пробы хвои». Точнее, наверное, «пробы с хвои, хвойного дерева».

4. Автор указал, что он использовал методику отбора проб снега, которая была уже апробирована и освоена. Он не указывает, сколько прошло времени после снегопада в момент взятия пробы. На мой взгляд это необходимо сделать. Должен быть экспериментально обоснованный

критерий – в течение какого времени после снегопада можно брать пробу, а когда – нет.

5. Следующий вопрос. Предположим, что есть населённый пункт, создающий загрязнения, в том числе nano загрязнения, которые долго живут в атмосфере. Зная розу ветров, можно предсказать, где эти частицы могут оказаться. Но, это ещё не всё. Вращение Земли уносит этот центр, а загрязненная им атмосфера практически остаётся на месте. И под ней уже будут другие населённые пункты. Каким образом это скажется на загрязнении атмосферы территории? Необходимо учитывать скорость вращения Земли и скорость воздействия потоков в атмосфере!

6. Очень важным представляется вопрос оседания частиц от источников загрязнения. Каким образом происходит процесс оседания разных частиц: лёгких и тяжёлых? Безусловно представляет интерес и химический состав частиц, хотя это и выходит за рамки рассматриваемой работы.

7. Наверное, нужно уже и разобраться с точными привязками мест отбора проб, то есть указания местонахождения посредством определения координат характерных точек. Каждая точка исследования должна быть указана с привязкой географических координат. Сможет ли GPS-навигатор и применение ГИС-технологий решить эту проблему? И существуют ли другие помимо спутниковой навигации, системы, позволяющие получить точные координаты отбора проб?

8. Подробнейшее описание точек отбора проб со стр. 45 по 78 можно было бы дать в приложении, также как и перечисление в оглавлении всех районов и населённых пунктов, и выделить их в виде отдельных параграфов в тексте диссертации. Это бы облегчило чтение текста диссертации.

Высказанные замечания не снижают ценности работы, так как автором проведено полноценное научное исследование геоэкологической оценки содержания микроразмерных частиц в атмосферном воздухе малых и средних населённых пунктов Приморского края.

Заключение. В диссертационной работе Холодова А.С. на соискание учёной степени кандидата географических наук по теме «Геоэкологическая оценка загрязнения атмосферы малых и средних населённых пунктов Приморского края микроразмерными частицами» решена важная научная проблема, имеющая прикладное народно-хозяйственное значение. Работа удовлетворяет всем требованиям к диссертациям, предъявляемым ВАК РФ (п.9 положение о порядке присуждения учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства от 24 сентября 2013 года), а её автор А.С. Холодов заслуживает присуждения учёной степени кандидата географических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология.

Автореферат отражает содержание диссертационной работы.

Официальный оппонент:
Ведущий научный сотрудник
Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Институт географии Российской
академии наук, профессор
(специальность 25.00.36)

Кочуров Борис Иванович

Я, Кочуров Борис Иванович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Подпись руки тов. *Б. И. Кочурова*
заверяю *Стефан Носова*
Зав. канцелярией
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт географии
Российской академии наук

Адрес ФГБУН Институт географии РАН
119017, Москва, Старомонетный переулок, дом 29
+7(495)959-00-22 (канцелярия)
E-mail: direct@igras.ru

