

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу

ЧЕРНЫШЕВА ВАЛЕРИЯ ВАЛЕРЬЕВИЧА

**«ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ
ГОРОДОВ ТВЕРДЫМИ ЧАСТИЦАМИ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ
АВТОМОБИЛЕЙ»,**

**представленной на соискание ученой степени кандидата биологических
наук по специальности 03.02.08 – Экология (биологические науки)**

В последние десятилетия в связи с увеличением автомобильного парка в городах России, в том числе в Приморском крае Дальневосточного федерального округа (ДФО), существенно обострились проблемы воздействия автомобилей на среду обитания. В сравнении с другими видами транспорта автомобильный является наиболее агрессивным по отношению к окружающей среде. Автотранспорту в настоящее время принадлежит одна из ключевых ролей в жизни человека. Однако работа любого транспортного средства, оснащенного двигателем внутреннего сгорания, сопровождается выбросами отработанных газов. С ними в атмосферу поступают продукты неполного сгорания топлива в виде газообразных жидких и твердых частиц, имеющих различные физико-химические свойства, негативно воздействующие на атмосферу и, как следствие, на здоровье людей. По мнению Н.К. Христофоровой (2005), вклад автомобильных выхлопов в загрязнение атмосферы городов составляет от 50 до 90 % общего объема выбрасываемых в воздух веществ. Поэтому учеными уделяется пристальное внимание изучению твердых частиц в выхлопных газах. В последнее время институты оснащаются все более совершенными приборами и аппаратами, позволяющими проводить исследования твердой составляющей выхлопных газов. В результате появляется больше доказательств вредного воздействия этих частиц на здоровье людей (Amato et al., 2011). Отработанные газы автомобильных двигателей представляют большую опасность не только для

здоровья людей, но и наносят серьезный вред окружающей среде (Гухман, 1999). Неслучайно для исследования В.В. Чернышевым выбран Дальневосточный регион, который является одним из самых автомобилизированных в Российской Федерации. Статистические данные показывают, что в Приморье приходится 580 авто на 1 тыс. чел., на Камчатке – 429, в Сахалинской области – 269.

Загрязнение автотранспортом атмосферы городов – одна из основных проблем современной экологии, поэтому ее изучение **актуально**. Новейшие данные свидетельствуют о том, что выхлопы автомобилей непосредственно участвуют в патогенезе аллергических заболеваний, бронхиальной астмы и болезней нервной системы человека (Behrendt et al., 2014).

Методы исследований выхлопных газов в России и за рубежом регламентированы большим количеством отраслевых (ОСТ) и государственных (ГОСТ). Однако нормативной документацией пока регламентируется лишь количественная характеристика твердых частиц, выбрасываемых с выхлопными газами. Практически недостаточно данных о гранулометрическом и элементном составе твердых частиц, а также о зависимости качественных характеристик твердых частиц выхлопных газов от пробега, типа двигателя и топлива автомобиля, что не позволяет адекватно оценить экологическое воздействие, а именно установить класс их опасности, оценить возможное влияние на здоровье людей. Решению этих вопросов посвящена диссертационная работы Валерия Валерьевича Чернышева. Об **актуальности** исследований данной проблемы свидетельствуют гранты Российского научного фонда № 15-14-20032 (2015) и Научного фонда ДВФУ (13-06-00 м_а (2013 г.) и гранта Президента РФ для молодых докторов наук МД-7737.2016.5 (2016), полученные диссертантом. Кроме того, Валерий Валерьевич Чернышев, будучи аспирантом Дальневосточного федерального университета, был удостоен Стипендии компании British Petroleum (2014).

Цель работы состояла в разработке комплексного метода физико-химического исследования твердых частиц выхлопных газов, включая методику их отбора, в выполнении с помощью нового метода экологической оценки загрязнения атмосферы городов Дальнего Востока твердыми частицами выхлопных газов автомобилей на основе изучения физико-химических свойств этих частиц и определения их классов опасности.

Фактический материал и методы исследований. В течение 2012-2014 гг. автором проведены экспериментальные исследования на территории городов Владивостока и Уссурийска, где собран и обработан материал. Диссертантом поставлена серия экспериментов как на новых автомобилях (18) (пробег до 400 км), так и на автомобилях с большим пробегом (также 18) (более 100 000 км). Автомобили были заправлены бензином и дизельным топливом одной марки на заправочной станции одной и той же нефтяной компании.

Проведены Замеры, пользуясь методикой, изложенной в Патенте РФ, № 2525051 (2014) (авторы: Голохваст К.С., Гульков А.Н., Чайка В.В., Чернышев В.В.).

В процессе исследований применены различные методы: гранулометрический анализ определен на лазерном анализаторе частиц Analysette 22 NanoTec (фирма Frisch) согласно рекомендациям разработчика, с использованием стандартного программного обеспечения. Использованы методы масс-спектрометрии высокого разрешения с индуктивно-связанной плазмой, сканирующей электронной микроскопии (Hitachi S-3400N с энергодисперсионным спектрометром Q150T), проточной цитометрии. Все исследования проведены согласно ГОСТ 7.32-2001.

Научная новизна работы состоит в следующем:

- впервые для района исследования разработан комплексный метод физико-химического исследования твердых частиц выхлопных газов;
- впервые на основе изучения физико-химических свойств твердых частиц выхлопных газов автомобилей дана экологическая оценка загрязнению ими

атмосферы городов Дальневосточного федерального округа (на примере Владивостока и Уссурийска) отдельно от газовой компоненты;

– выявлении размеров твердых частиц выхлопных газов, сгруппированных в три класса: 1) 0,1 - 5,0 мкм; 2) 10-30 мкм; 3) 400 - 1000 мкм;

– определении не только качественного состава твердых частиц выхлопных газов, дифференцированных на пеплы, сажу и металлами (преобладают Pb, Sn, Zn, Cr), но и класса опасности твердых компонентов;

– установлении корреляционной связи между количеством автомобилей и заболеваемостью населения;

– получении информации о том, что новые автомобили с дизельным и бензиновыми двигателями (без пробега) являются источником твердых нано- и микрочастиц, загрязняющих воздушную среду (состоящих из вредных и опасных соединений для окружающей среды и здоровья человека).

Практическая значимость. Результаты исследования В.В. Чернышева внедрены в учебный процесс при подготовке специалистов в Дальневосточном федеральном университете и используются в ряде академических и отраслевых НИИ Сибири.

Реализация предложений диссертанта по экологической оценке загрязнения атмосферы городов твердыми частицами выхлопных газов автомобилей позволит значительно снизить воздействие на популяцию человека, проживающего в пределах ореола рассеяния загрязняющих веществ. Полученные данные В.В. Чернышева являются информативными для последующих исследований в области факториальной экологии и обеспечения социально-оздоровительной работы с населением, могут быть использованы в практике производственного экологического контроля и при разработке программ экологической и социальной безопасности района исследования.

Внедрение комплексного метода исследования твердых частиц выхлопных газов, новизна которого подтверждена Патентом РФ, даст возможность ускорить и оптимизировать разработку новых стандартов и нормативов.

Во **введении** обоснована актуальность исследования, определены цель, задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, изложены основные научные положения, выносимые на защиту.

В **первой главе «Обзор литературы (Автомобиль как источник загрязнения атмосферного воздуха и оценка воздействия на здоровье человека)** представлен критический анализ российской и зарубежной литературы, включающей монографии, опубликованные научные статьи, авторефераты диссертационных работ, нормативно-правовую документацию. Первая глава посвящена проблеме изучения твердых компонентов выхлопных газов автомобилей. В ней содержится информация о происхождении атмосферных взвесей, составе компонентов выхлопных газов, истории исследования воздействия автомобильного транспорта на человека и окружающую среду, современном состоянии вопроса влияния выхлопов автомобилей на среду обитания и состояние здоровья населения. Приведен анализ природных источников поступления твёрдых частиц в атмосферу городов. Судя по литературным данным, наиболее вредным действием обладают такие компоненты выхлопных газов, как твердые нано- и микрочастицы сажи, угарный газ, оксиды серы и азота, металлы.

Анализ, систематизация и обобщение существующих литературных данных, послуживших научной основой диссертационной работы В.В. Чернышева, свидетельствует о детальной и углубленной проработанности вопроса. Таким образом, автором **определены проблематика диссертации и направления дальнейших исследований.**

Во **второй главе «Методы и район работ»** диссертантом дана характеристика собранного и использованного в процессе исследований материала. Подробно описан отбор проб атмосферных взвесей вблизи крупных автомагистралей и в контрольной парковой зоне, а также суспензии выхлопных газов (СВГ). Исследования проведены согласно ГОСТ 7.32-2001.

Использование современных методов, например, масс-спектрометрии

высокого разрешения с индуктивно-связанной плазмой, сканирующей электронной микроскопии, проточной цитометрии и др. свидетельствуют о высоком научном уровне выполненных диссертантом исследований.

Детальное обоснование выбранных методов исследования процессов загрязнения воздушного бассейна, математической обработки эмпирических данных позволили исключить фактор субъективности в интерпретации полученных данных.

В главе третьей «Результаты и обсуждение», наиболее содержательной и интересной, изложены результаты исследования гранулометрического состава твердых частиц в выхлопах автомашин с пробегом и без пробега. На основе экспериментальных исследований диссертантом установлено, что автомобильные выхлопы, содержащие частицы размером от 0,1-5,0 мкм и 10 - 30 мкм, являются опасными с точки зрения влияния на окружающую среду и здоровье человека. Научно обосновано, что совершенно новые автомобили без пробега небезопасны и являются источником крайне малых частиц с огромной площадью поверхности (твердых микрочастиц сажи и металлов, а также водорастворимых форм соединений тяжелых металлов). Выявлено, что тип топлива не оказывает влияния на гранулометрическую картину частиц, хотя бензиновые двигатели производят крупнодисперсные фракции.

Автором рассмотрены сажевые, пепловые, минеральные частицы и частицы соединений металлов. Установлено, что пепловый и сажевый компоненты преобладают в выхлопах как дизельных, так и бензиновых двигателей, содержащих большое количество токсичных металлов (Zn, Cr, Sr, Fe и др.), эффект которых усиливается за счет синергизма. В результате этого повышается риск раковых заболеваний.

В этой главе содержится анализ суспензии выхлопных газов и городских атмосферных взвесей вблизи автомагистралей. Данные обработаны в программном комплексе SPSS Statistic. Приведены результаты дисперсности переменных в зависимости от главных факторов, а также итоговая нагрузка по каждому химическому элементу. Установлено, что наибольший вклад в

нагрузку среди элементов вносят Pb, Fe, Sn, Mg для автомобилей без пробега и Fe, Pb, Sn, Ni - для машин с пробегом. Обнаружено, что топливо является одним из источников поступления металлов в атмосферу в процессе работы двигателей внутреннего сгорания. Выявлены факторы, обуславливающие присутствие соединений металлов в выхлопных газах автомобилей.

Исследованиями доказано, что вблизи крупных автодорог в суспензиях выхлопных газов содержатся значительные концентрации Cr, Zn, Mg, Fe, Mn, Ni, Cu, Pb, Cd, Co, Sn, представляющие большую опасность для здоровья человека, по сравнению с контрольными данными.

Анализ проб снега городов Владивостока и Уссурийска с использованием масс-спектрометрии позволил диссертанту оценить содержание водорастворимых форм соединений тяжелых металлов и токсичных химических элементов в выхлопах автомобилей. Снежный покров (СП), как индикатор аэротехногенного загрязнения городской среды, в ряде точек наблюдения г. Уссурийска характеризовался повышенными концентрациями Cr, Fe и Zn. Высокое содержание Fe обнаружено в центре города, с наибольшей автомобильной нагрузкой. Установлено превышение концентрации водорастворимых форм всех соединений тяжелых металлов в СП г. Уссурийска по сравнению с таковыми г. Владивостока.

Оригинальные материалы по анализу заболеваемости населения детского и подросткового возраста в зависимости от числа машин представлены для одного из самых автомобилизированных регионов Российской Федерации - Дальневосточного федерального округа, на примере гг. Владивостока и Уссурийска. На основании экспериментальных исследований диссертантом установлена корреляционная зависимость между количеством автотранспортных средств и уровнем заболеваемости органов дыхания у детей и подростков в г. Владивостоке, где $R = 0,353$ и подростков - $R = 0,728$, и в г. Уссурийске (соответственно: $R = 0,604$ и $R = 0,658$), что объясняется влиянием загрязнения атмосферного воздуха как продуктами выхлопных газов автотранспортных средств, так и др. источниками. Высокие

коэффициенты корреляции позволяют утверждать о значительном уровне загрязнения атмосферного воздуха продуктами выхлопных газов автомобилей. Таким образом, увеличение выбросов продуктов выхлопных газов автомобилей оказывает негативное влияние на состояние здоровья населения городов Приморского края в ДФО.

Достоинством диссертационной работы В.В. Чернышева являются результаты изучения влияния твердых частиц СВГ на показатели иммунной системы *in vivo*. Данные проточной цитометрии свидетельствуют о том, что твердые частицы дизельных и бензиновых двигателей СВГ подавляют как специфический, так и неспецифический иммунитет в эксперименте *in vivo* и вызывают в случае с дизельными двигателями воспалительную реакцию в живом организме.

В четвертой главе «Обсуждение результатов» диссертантом сделан вывод о том, что наиболее опасными по химическому и гранулометрическому составу для окружающей среды и здоровья человека являются твердые частицы выхлопных газов. Автором убедительно доказано, что автомобили, особенно с дизельными двигателями – это источник преимущественно микроразмерного загрязнения.

Чрезвычайно опасны частицы с большой площадью поверхности и размером от 3,88 до 10 мкм, в составе которых находятся углерод и значительное число токсичных металлов (Zn, Cr, Sr, Fe и др.), а также оксиды, сплавы и другие токсиканты, обладающие аллергенным и фиброгенным действием, способствующие повышению заболеваемости населения городов Владивостока и Уссурийска Дальневосточного федерального округа.

Автором установлено, что источником выброса в атмосферу микродисперсных частиц и металлов являются автомобили не только с большим пробегом из-за износа деталей, но и новые (без пробега). В связи с этим возникает необходимость учета при разработке новых правил эксплуатации автомобилей без пробега, потому что существующие

нормативы и регламенты не отражают реального вклада в загрязнение воздушного бассейна выбросами новых автотранспортных средств.

В.В. Чернышевым в процессе выполнения оценки влияния автотрасс на состав атмосферных взвесей выявлено повышенное содержание у автодорог микроразмерных частиц с большой площадью поверхности, что негативно отражается на экологической ситуации исследуемого региона и здоровье людей.

Все это позволило оценить современное состояние популяции человека, проживающего в пределах ореола рассеяния загрязняющих веществ от автотранспорта района исследования, как неблагоприятное.

Таким образом, защищаемые основные научные положения можно считать обоснованными, аргументировано доказанными, достоверными и обладающими научной новизной.

Основные результаты диссертации изложены в разделе «**Выводы**». Вывод В.В. Чернышева о том, что техногенное влияние твердых микроразмерных частиц выхлопных газов автомобилей на среду обитания и человека представляет экологическую опасность, негативно влияя на состояние здоровья населения, является абсолютно новаторским не только для конкретного района исследования (ДФО), но и для факториальной экологии в целом. Показана ответная реакция иммунной системы на микроразмерное воздействие твердых частиц выхлопных газов автомашин.

Диссертантом представлен список иллюстративных материалов в виде таблиц, рисунков и схемы, в соответствии с требованиями к оформлению кандидатских диссертации и авторефератов, хотя они не являются обязательными элементами структуры диссертации.

Таким образом, В.В. Чернышевым для городов Приморского края выполнены исследования, имеющие большое значение для корректировки существующих нормативов. Установлен качественный и количественный состав твердых частиц выхлопов, дана оценка их вклада в загрязнение воздушного бассейна, определена степень воздействия на человека. Итак,

значительный вклад в решение проблемы оценки загрязнения атмосферы городов твердыми частицами выхлопных газов автомобилей вносят исследования диссертанта. Тем более, что существующая нормативная документация не позволяет оценить антропогенную нагрузку на компоненты природной среды от вредного воздействия твердых частиц выхлопных газов автомобилей.

Несомненное достоинство работы В.В. Чернышева состоит в том, результаты его исследований и выводы являются научной основой для создания стратегии и тактики обеспечения экологической и социальной безопасности, направленной на улучшение экологической ситуации в городах Дальневосточного федерального округа.

Публикация основных результатов диссертации. Публикации В.В. Чернышева по теме диссертации полностью отражают идеи и раскрывают основные научные положения, выносимые на защиту. По материалам диссертации опубликовано 18 работ, в том числе одна монография, 9 статей в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ, 2 статьи в зарубежном журнале (Web of Science), получен 1 патент РФ.

Соответствие автореферата тексту диссертации. В автореферате сохранена структура диссертации, он информативен, отражает основные положения диссертации и соответствует требованиям Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации.

Степень обоснованности и достоверности научных положений. Большой объем приведенных в работе экспериментальных исследований, а также степень их научного осмысления, позволяет считать защищаемые положения вполне обоснованными. **Достоверность и степень обоснованности выводов и полученных результатов диссертации** обеспечивается:

- полным и квалифицированным критическим анализом опубликованной литературы по названной проблеме;

- комплексным характером исследования;
 - корректностью постановки задач;
 - большим объемом выборки фактического экспериментального материала;
 - применением современных методов исследования, адекватных цели и задачам работы;
- стабильным характером выявленных связей и непротиворечивостью промежуточных результатов работы

Апробация работы. Результаты диссертационной работы были представлены на следующих международных и Всероссийских конференциях, отмечены премиями и дипломами: на First International Youth Conference «Oil & Gas. APR–2012; Resources, Technologies, Cooperation»; Third International Youth Conference «Oil & Gas. APR– 2014»; 51st Congress of the European Societies of Toxicology EUROTOX–2015; 52nd Congress of the European Societies of Toxicology EUROTOX-2016; Международной научно-практической конференции «Транспорт России: проблемы и перспективы – 2014»; VI Международной конференции «Геоэкологические проблемы современности» (2014).

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 132 страницах. Содержит общую характеристику работы, обзор литературных источников, характеристику изученных территорий, материалы и методы исследования, результаты и их обсуждение, выводы и приложение. Список использованной литературы включает 304 источника, в том числе 165 иностранных. Диссертация иллюстрирована 16 таблицами и 38 рисунками.

Приведенные в работе аналитические и экспериментальные результаты согласуются и дополняют новейшие данные, опубликованные по названной проблеме другими исследователями.

Оценивая в целом положительно представленную к защите диссертационную работу В.В. Чернышева, необходимо сделать следующие замечания:

1. Целесообразно было бы представить краткую характеристику природно-климатических условий исследуемого района;
2. Судя по научной ценности результатов, полученных автором, и успешному творческому поиску собственных решений очень актуальной проблемы в ДФО желательно было бы сформулировать не два основных научных положения, выносимых на защиту, хотя они отражают содержание диссертации, а может быть три и даже четыре;
3. Желательно было бы предложить дополнительно мероприятия по снижению негативного воздействия микроразмерного загрязнения на объекты окружающей среды и здоровье населения, помимо перечисленных в работе. Ведь главный вклад автора диссертации состоит в ориентации проведенных исследований на практическое применение результатов исследования;
4. Видимо, произошла опечатка: на стр. 4 и 22 дано разное количество опубликованных диссертантом печатных работ. В одном случае указано 18, в другом – 16.

Замечания, указанные в отзыве, ни в коей мере не снижают научную и практическую ценность работы, они не принципиальны, не имеют отношения к квалификационным качествам диссертации.

Основная цель работы достигнута, впервые создан комплексный метод исследования твердых микроразмерных частиц выхлопов, новизна которого подтверждена Патентом РФ (№ 2525051), что позволяет скорректировать существующие нормативные документы Российской Федерации. Следует отметить научный профессионализм диссертанта, который нашел свое отражение в защищаемых научных положениях и полученных выводах, имеющих научную новизну.

Рассматриваемая работа написана хорошим научным языком, с малым количеством опечаток, читается с интересом, насыщена разнообразным иллюстративным материалом.

Заключение. Диссертация В.В. Чернышева «**Экологическая оценка загрязнения атмосферы городов твердыми частицами выхлопных газов автомобилей**», является законченной самостоятельной научно-квалификационной работой, обладающей необходимыми признаками актуальности, научной новизны, теоретической и практической значимости и обоснованности полученных данных, сделанных выводов.

Совокупность теоретических положений и выводов, представленная в работе, содержит в себе решение значимой экологической проблемы оценки твердых частиц выхлопных газов автомобилей отдельно от газовой компоненты и изменения популяции человека, проживающей в условиях длительного воздействия антропогенного фактора.

Результаты исследования В.В. Чернышева способствуют развитию различных направлений естественных наук: химической экологии, экотоксикологии, биомониторинга и др.

Соответствие паспорту научной специальности. Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 03.02.08 - экология (биологические науки) в пунктах: 3.1. Комплексная оценка воздействия объектов транспорта и транспортных систем (включая этап строительства) на экосистемы различных уровней; 3.2. Исследование загрязнения компонентов природной среды транспортными объектами и техническими средствами обеспечения перевозок, с целью разработки экологически обоснованных норм воздействия транспортной деятельности человека на природную среду; 3.4. Разработка научных основ рационального использования и охраны водных, воздушных, земельных, рекреационных и энергетических ресурсов, санации и рекультивации; 3.8. Разработка и совершенствование системы экологического мониторинга и контроля на транспорте.

Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 25.09.2013 № 842 и другим требованиям, предъявляемым Высшей аттестационной комиссией

Министерства образования и науки Российской Федерации к кандидатской диссертации, а ее автор, **ВАЛЕРИЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ ЧЕРНЫШЕВ**, показавший высокий уровень теоретической подготовки, хорошее знание материала, уверенное владение новейшими исследовательскими методами и методиками его анализа и описания в сочетании с успешным творческим поиском собственных решений актуальных проблем в области факториальной экологии, заслуживает присуждения ученой степени **КАНДИДАТА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 03.02.08 – «ЭКОЛОГИЯ» (биологические науки)**.

«27» марта 2017 г.

Доктор биологических наук, профессор по специальности «Геоэкология», «Заслуженный эколог РФ», профессор кафедры «Экологии, ресурсопользования и безопасности жизнедеятельности» Тихоокеанского государственного университета (ТОГУ

 Л.Т. Крупская

Крупская Людмила Тимофеевна, доктор биологических наук, профессор по специальности «Геоэкология», «Заслуженный эколог РФ», профессор кафедры «Экологии, ресурсопользования и безопасности жизнедеятельности» Тихоокеанского государственного университета (ТОГУ)

680035, г. Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136. Телефон 8 924 106 7708
E-mail – ecologiya2010@yandex.ru

Подпись Крупской Людмилы Тимофеевны, доктора биологических наук, профессора по специальности «Геоэкология», «Заслуженного эколога РФ», профессора кафедры «Экологии, ресурсопользования и безопасности жизнедеятельности» Тихоокеанского государственного университета (ТОГУ) – ЗАВЕРЯЮ – ученый секретарь Ученого Совета Тихоокеанского государственного университета (ТОГУ), кандидат технических наук, доцент Ж. Н. Янковец

Подпись  Л.М. Крупская
Заверяю ведущий документ  Ж.Н. Янковец
  С.В. Шубирко