

На правах рукописи



ВАСИЛЬЕВ Андрей Владимирович

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОЦЕНКИ
КОМПЛЕКСНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

05.05.03 - Колесные и гусеничные машины

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва – 2019

Работа выполнена в Государственном научном центре Российской Федерации – Федеральном государственном унитарном предприятии «Центральный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт (НАМИ)».

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор,
Заслуженный деятель науки РФ
Кутенёв Вадим Фёдорович (ФГУП «НАМИ»)

Официальные оппоненты: **Балабин Игорь Венедиктович**,
д.т.н., профессор, президент Международного
научно-технического Концерна производителей
и потребителей колёсной и шинной продукции
«Колеса и шины»

Коноплев Владимир Николаевич
д.т.н., профессор, профессор
департамента машиностроения и
приборостроения Инженерной академии РУДН

Ведущая организация: **ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-
дорожный государственный технический
университет (МАДИ)»**

Защита состоится «18» сентября 2019 г. в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 217.014.01 при ФГУП «НАМИ» по адресу: 125438, г. Москва, Автомоторная ул., д.2

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГУП «НАМИ» и на сайте www.nami.ru по ссылке: <http://www.nami.ru/activities/scientific-activity/dissertation-council/>

Отзывы на автореферат в двух экземплярах с подписью, заверенные печатью организации, просим направлять по вышеуказанному адресу, ученому секретарю диссертационного совета, а копии присылать на e-mail: rinat.kurmaev@nami.ru.

Автореферат разослан «12» июля 2019 года

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к.т.н., доцент



Курмаев Ринат Ханяфиевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Совершенствование автотранспортных средств (АТС) для обеспечения жизнедеятельности человека сопровождается не только улучшающимися условиями передвижения населения, но и проявляется весьма существенным загрязнением воздушной среды в крупных городах.

Существующий в настоящее время парк автотранспорта в крупных городах и мегаполисах, несмотря на принимаемые в последние 50 лет законодательные меры по ограничению выбросов вредных веществ (ВВ) с отработавшими газами (ОГ), по требованиям Правил ООН № 49 и 83, обеспечивших значительное, более чем в 40-60 раз их снижение, остаются под острой критикой конструкции двигателей внутреннего сгорания (ДВС). В 2012 году Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) предложила запретить использование в городах Европы автомобилей с дизельными двигателями по причине повышенного выброса ими оксидов азота и особенно твёрдых частиц (ТЧ). В 2013 г. в Париже в летнее время стал появляться смог, аналогично это было отмечено и в Лондоне, а в 2016 году об этом заявили скандинавские законодатели, и смог стал отмечаться в г. Москве и в других городах РФ. По оценкам специалистов ВОЗ, в конце прошлого столетия загрязнение воздуха в среде обитания человека являлось причиной трёх миллионов случаев безвременной смерти людей во всем мире ежегодно. За 40 последних лет заболеваемость раком лёгкого значительно возросла в развитых и развивающихся странах по всему миру. Максимальные показатели заболеваемости зарегистрированы в Европе и США, минимальные – в Восточных странах.

Следует особо отметить, что современное образование смога происходит по причине невнимания к загрязнению городского воздуха твёрдыми частицами, образующимися от износа шин и дорожного полотна, и к тому же они несут на себе весьма опасные канцерогенные вещества, являющимися основным источником заболевания раком лёгких.

Целью работы являются теоретические и экспериментальные исследования выбросов вредных веществ и твердых частиц менее 10 микрон (мкм) на различных режимах движения автомобилей в городских условиях.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие основные задачи:

1. Провести анализ работ выполненных по исследованию выбросов

вредных веществ и твердых частиц от различных узлов, агрегатов и систем автомобилей в условиях городского движения.

2. Разработать методы расчета для определения валовых выбросов вредных веществ и твердых частиц не выхлопного происхождения в сравнении с нормативными требованиями международных Правил ООН № 49 и 83.
3. Провести сравнительный анализ существующих и прогноз изменения в будущем валовых выбросов вредных веществ и твердых частиц выхлопного и не выхлопного происхождения на примере г. Москвы в зависимости от роста парка автотранспорта.
4. Разработать методику экспериментальных исследований величин выбросов твердых частиц менее 10 микрометров и их дисперсности в условиях городского движения автомобилей в г. Москве.
5. Провести экспериментальные исследования реальных выбросов твердых частиц менее 10 микрометров не выхлопного происхождения при движении автомобилей в условиях г. Москвы и подготовить доклад Российской Федерации для рассмотрения и обсуждения результатов проведенных исследований на Международной рабочей группе (GRPE) Всемирного форума (WP 29) по разработке требований к конструкции транспортных средств Комитета Внутреннего Транспорта (КВТ) Европейской Экономической Комиссии (ЕЭК) ООН.

Объект исследования: Вредные вещества и твердые частицы, выбрасываемые узлами, агрегатами и системами автомобилей при их движении.

Методы исследования: Используются теоретические и экспериментальные методы, основанные на использовании основных положений теории автомобилей и их эксплуатации, методы математического моделирования и вычислительной математики. Экспериментальные исследования проведены на различных дорогах г. Москвы. Степень достоверности экспериментальных результатов обуславливается использованием поверенных, тарированных и аттестованных комплексов измерительных приборов и оборудования.

Научная новизна настоящей диссертационной работы заключается:

- в разработке методов расчета определения валовых выбросов вредных веществ и твердых частиц, выбрасываемых автомобилем при его движении в городских условиях с отработавшими газами, от износа тормозных систем и шин, а также и от износа дорожного полотна.

- в сравнительном анализе результатов оценки величин вредных веществ и твердых частиц, выбрасываемых в городскую воздушную среду при движении автомобиля с отработавшими газами, от износа тормозных систем, от износа шин и от износа дорожного полотна.

- в прогнозе до 2030 г. изменения выбросов вредных веществ и твердых частиц, загрязняющих атмосферный воздух г. Москвы от износа тормозных систем, от износа шин, от износа дорожного полотна в сравнении с ужесточающимися нормативами Правил ООН № 49 и 83 на выбросы твердых частиц с отработавшими газами.

- в сравнительном анализе материалов, представленных Европейскими производителями шин (ERTMA) и материалами исследований, выполненных в Российской Федерации и рассматриваемых в Международной группе (GRPE) Всемирного форума КВТ ЕЭК ООН.

Практическая значимость диссертационной работы:

- на основании материалов исследований Российской Федерации по сравнительному выбросу вредных веществ и твердых частиц, представленных для рассмотрения в Международной группе GRPE Всемирного форума КВТ ЕЭК ООН, была образована специальная группа в составе GRPE по изучению выбросов твердых частиц.

- теоретические исследования прогноза выбросов ТЧ выявили величину увеличивающегося выброса от износа дорожного полотна и от износа шин по сравнению с выбросами ТЧ с отработавшими газами, что предопределяет активизацию исследований, разработку и внедрение мероприятий по законодательному нормированию выбросов от дорожного полотна и от износа шин.

На защиту выносятся:

- методики расчета для определения и анализа валовых выбросов вредных веществ и ТЧ от узлов, агрегатов и систем автомобилей;

- методика и оборудование для сравнительной объективной оценки выбросов твердых частиц непосредственно из зоны контакта шины с дорожным полотном при эксплуатации автомобилей в городских условиях на различных режимах движения;

- результаты сравнительных теоретических исследований валовых выбросов вредных веществ и твердых частиц в текущий период и прогноз изменения их выбросов в атмосферный воздух г. Москвы от износа тормозных систем, от износа шин и от дорожного полотна, и с отработавшими газами.

- результаты экспериментальных исследований выбросов ТЧ менее 10 микрон в зависимости от режимов движения автомобилей в городских условиях.

Реализация работы. Результаты теоретических и экспериментальных исследований используются в ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» при подготовке материалов для Всемирного Форума КВТ ЕЭК ООН и разрабатываемых предложений в «Дорожную карту» по развитию производства шин РФ на период до 2025 года.

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационной работы заслушаны и обсуждены:

- на 69 сессии Международной группы докладчиков по загрязнению и экономии энергии (GRPE) 5-6 июня 2014 г.

- на 84 сессии Международной группы докладчиков по торможению и ходовой части (GRRF) – 19-22 сентября 2017 г.

- на 105-й научно-практической конференции ААИ 05-06 декабря 2018 г.

- на 79-й сессии Международной группы докладчиков по загрязнению и экономии энергии (GRPE) – 21-24 мая 2019 г.

Публикации.

По теме диссертации опубликовано 10 работ в научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикаций материалов диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата технических наук.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 5 глав основного текста, общих выводов, и списка использованных источников.

Объем диссертационной работы изложен на 103 страницах машинописного текста, включающих 26 рисунков, 27 таблиц и список используемых источников из 39 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе рассмотрены и проанализированы мировые и отечественные исследования в проблемной области, связанной с загрязнением воздушной среды городов от эксплуатации транспортных средств.

Большой вклад в исследования и разработку мероприятий по снижению выбросов вредных веществ с ОГ автомобилей внесли как отечественные, так и зарубежные исследователи и ученые, в их числе: Баранников Д.А., Бахмутов С.В., Варшавский И.Л., Гусаров А.П., Гусев С.А., Девянин С.Н., Звонов В.А., Зленко М.А., Каменев В.Ф., Катанаев Н.Д., Кисуленко Б.В., Корнилов Г.С.,

Коровкин И.В., Козлов А.В., Кутенев В.Ф., Патрахальцев Н.Н., Сайкин А.М., Теренченко А.С., Трофименко Ю.В., Тер-Мкртчян Г.Г., Фомин В.М., Шмелев Е.Н., Эйдинов А.А. и отдельно по частицам Азаров В.К. (2014 г.) и Чижова В.С. (2016 г.)

Поэтапное введение в последние 20 лет нормативов ООН от Евро-0 до Евро-6, ужесточающих выброс ВВ с ОГ автомобилей, более чем в 15-20 раз с 1995 года по настоящее время, международные и национальные законодатели не готовят в ближайшее время нормирование других вредных частиц, выбрасываемых автомобилями от износа систем и агрегатов автомобиля, таких как накладки тормозных систем и шины!

Долгое время ошибочно считалось, что размеры частиц продуктов износа шин довольно велики, и не могут причинить вред здоровью человека. Однако, исследованиями последних десятилетий, обнаружено, что около 60% твердых частиц в атмосфере городов имеют размеры менее 10 микрон и, следовательно, легко проникают в лёгкие человека, вызывая онкологические заболевания, т.к. в шинной пыли присутствуют различные канцерогенные вещества.

Итак, выявлена и определена необходимость разработки мероприятий по снижению выбросов ТЧ при производстве новых конструкций автомобилей и их компонентов.

Во второй главе рассмотрены проблемные вопросы по исследованию основных источников выделения вредных веществ в воздушную среду городов от эксплуатации автомобилей, которые связаны с комплексной оценкой экологической опасности конструкции автомобилей.

Так как выбросы от износа шин и дорожного полотна в период 80-90 годов прошлого столетия не привлекали к себе внимание как ОГ дымящих автомобилей, они долгое время оставались в тени, поэтому в экологической и технической литературе было недостаточно информации по этому вопросу. Однако ряд исследований показывал, что ТЧ не выхлопного происхождения в первую очередь от износа шин и дорожного полотна негативно влияют на здоровье людей, приводя даже к заболеванию раком дыхательной системы.

Проведен теоретический анализ и определены отдельно расчетные методы для сравнительной оценки величин выбросов вредных веществ и твердых частиц при эксплуатации автотранспорта в городских условиях от износа тормозных систем, от износа шин, от износа дорожного полотна и с отработавшими газами, легковых и грузовых автомобилей (Таблица 1).

Общее количество (массы) валовых выбросов (М ВВ) вредных веществ, выделяемых различными источниками при эксплуатации автомобилей определены расчётным методом по следующей зависимости:

$$M \text{ ВВ} = \Sigma(\text{ВВ дв} + \text{ВВ шин} + \text{ВВ торм} + \text{ВВ дор}), \text{ тонн}$$

Таким образом, на основании анализа теоретических методов расчета разработана матрица (таблица 1) для определения валовых выбросов вредных веществ и твердых частиц отдельно и обобщенно от износа тормозных систем, шин, дорожного полотна и с отработавшими газами автотранспортных средств.

В главе 3 проведено аналитическое определение величин выбросов вредных веществ и твёрдых частиц от парка автомобильного транспорта при его эксплуатации в городских условиях на примере г. Москвы.

В г. Москве с 2002 г. происходило значительное увеличение всего автомобильного парка. Данные ГИБДД и результаты исследований прогноза его развития позволили определить динамику роста по годам и по категориям транспортных средств, которая представлена в таблице 2.

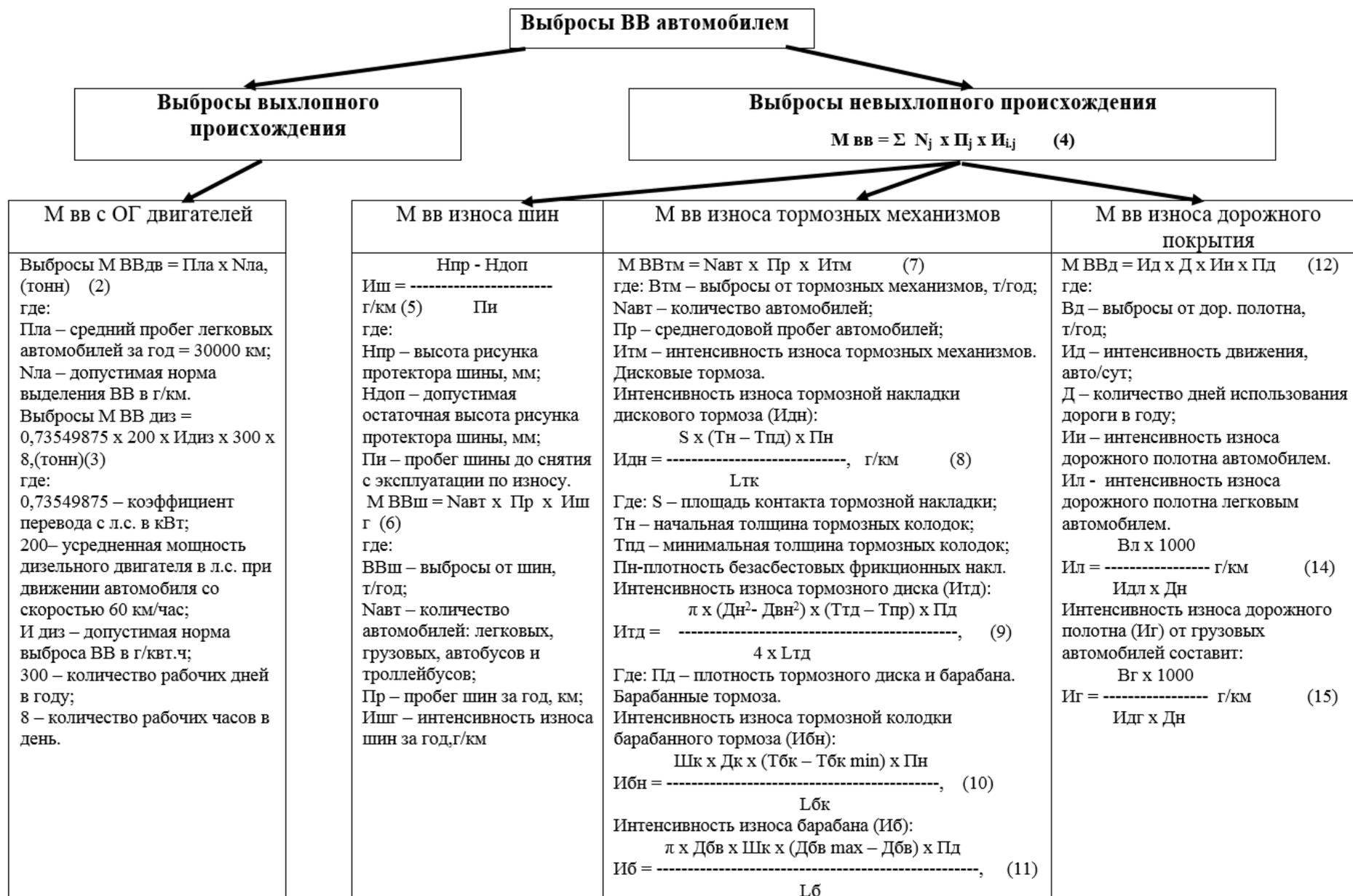
Таблица 2

Автомобили	2002 год, тыс.шт	2014 год, тыс.шт	2020 год, тыс.шт	2030 год, тыс.шт
Легковые	1 495,1	3 773,2	4 603,0	5 762,0
Легкогрузовые + грузовые	224,6	346,7	391,2	453,1
Автобусы	5,0	48,9	58,4	78,6
Троллейбусы	1,5	1,7	1,7	1,7
Все трансп. средства	1726,2	4170,5	5054,3	6295,4

В проведенных расчетных исследованиях принято, что выбросы с отработавшими газами от двигателей автомобилей, с учетом перехода (в основной массе) с нормативов от Евро-0 до Евро-5, проявятся обновленным парком на 50% через 10 лет. С учётом этого обновления парка результаты расчетов ежегодных выбросов вредных веществ в тоннах с ОГ обеспечивают снижение вредных выбросов CO, CH и NO_x в 2014 году в 2 раза; в 2020 году ожидается в 4 раза, а в 2030 году в 7 раз (Рисунок 1).

При эксплуатации легковых автомобилей в результате износа шин в течение срока их службы, в окружающую среду выбрасывается в среднем: до 6,0 кг шинной пыли, т.е. ТЧ при принятом годовом пробеге 30000 км, средняя интенсивность износа протектора комплекта шин легкового автомобиля на 1 км пробега составляет: 0,112 г/км.

Таблица 1



И аналогично в окружающую среду выбрасывается в среднем: легковыми автомобилями от 3,6 кг до 13 кг ТЧ, а грузовыми, автобусами и троллейбусами, от 11 кг до 88 кг ТЧ в виде шинной пыли.

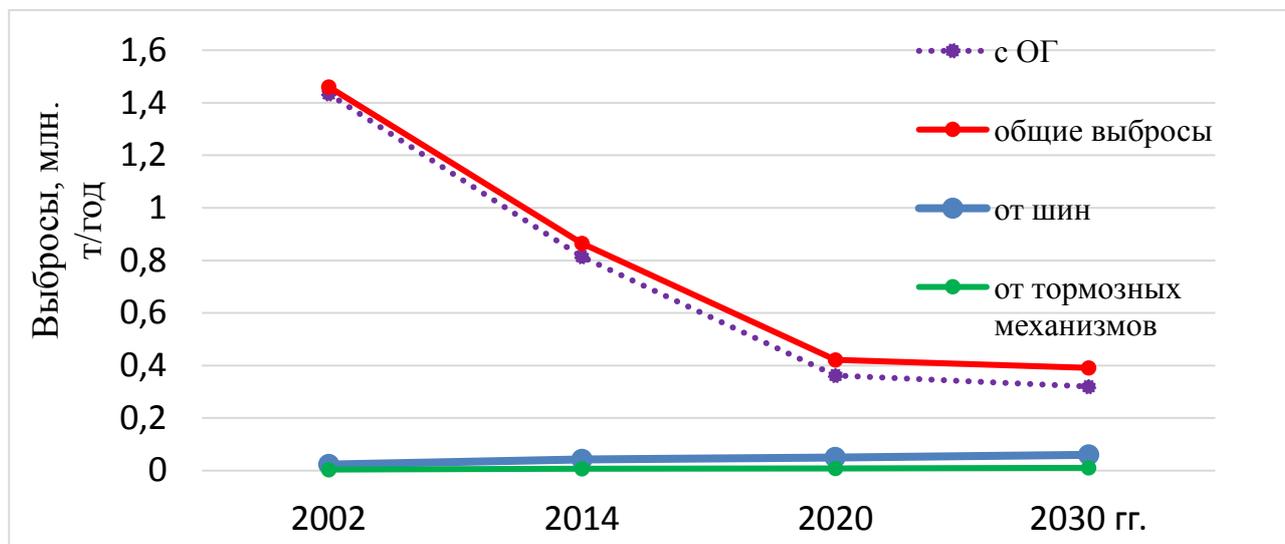


Рисунок 1 - Изменение общих выбросов вредных веществ и ТЧ от конструкции легковых и грузовых автомобилей при их движении в г. Москве

В этом случае интенсивность износа комплекта шин от легкогрузовых до большегрузных автомобилей на 1 км пробега в интервале от 1,1 г/км до 7,5 г/км.

Выполненные расчеты позволили определить валовые выбросы ТЧ не выхлопного происхождения от всего парка автомобилей, во временной период от 2002 по 2030 годы (Рисунок 2).

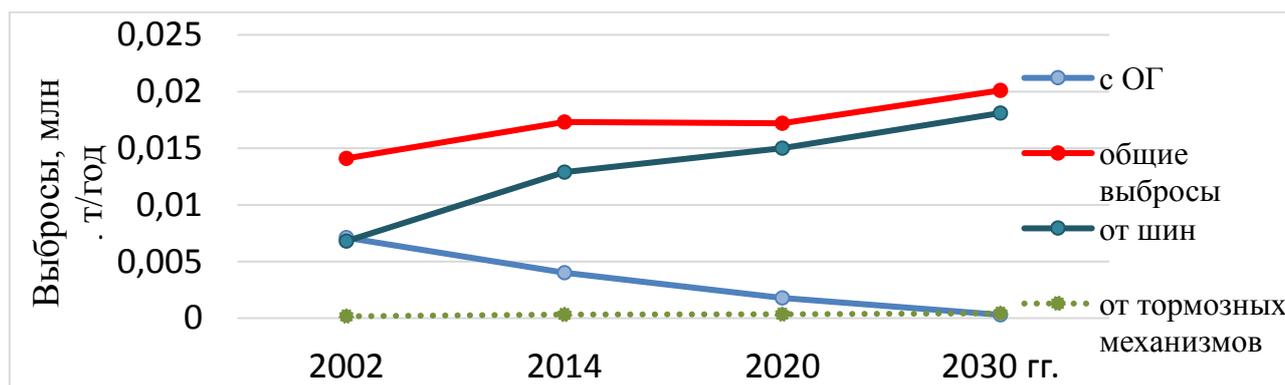


Рисунок 2 - Изменение выбросов твердых частиц от конструкции легковых и грузовых автомобилей при их движении в г. Москве

При определении влияния интенсивности износа дорожного покрытия на выбросы в окружающую среду г. Москвы учитывалась общая протяженность всех дорог г. Москвы: 4470 км, из них магистральные улицы - 1367 км и дороги общегородского значения - 3103 км.

Результаты многолетних наблюдений за износом дорожного полотна на примере Ленинградского проспекта г. Москвы позволили определить среднюю величину износа на уровне 5,3 мм в год. Выполненные расчеты по определению интенсивности износа дорожного полотна на примере участка Ленинградского проспекта в районе Речного вокзала длиной в 1 км, 4 полосы для легковых и 1 для грузовых автомобилей в каждую сторону, ширина одной полосы движения 3,5 м позволили определить интенсивность износа дорожного полотна от легковых автомобилей на уровне 3,64-5,25 г/км и от грузовых автомобилей составила в интервале 10,6-13,4 г/км.

Неуклонное увеличение количества легковых, грузовых автомобилей и автобусов будет ухудшать экологическое состояние воздушной среды в г. Москве после 2020 года. Так как, несмотря на резкое снижение выбросов ВВ и ТЧ с ОГ, количество выбросов ТЧ от износа шин, тормозных механизмов и особенно увеличивающегося выброса ТЧ от износа дорожного полотна общее количество выбросов ВВ пойдет на значительное увеличение (Рисунок 3).

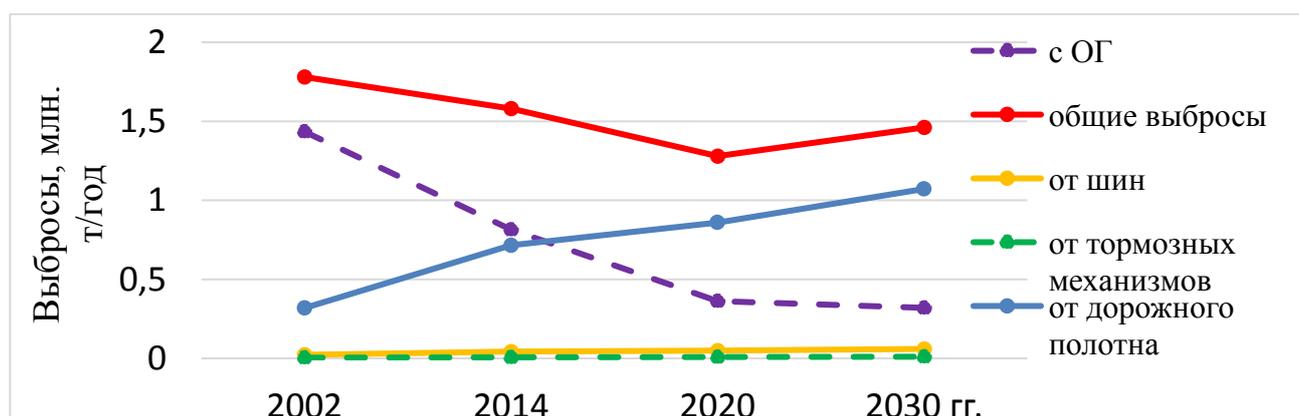


Рисунок 3 - Изменение общих выбросов вредных веществ и твердых частиц при движении легковых и грузовых автомобилей в г. Москве

В четвёртой главе приводится анализ обсуждения представителями Европейских производителей шин (ERTMA) и разных стран и организаций поставленной Российской Федерацией в 2013 г. новой проблемы загрязнения воздушной среды городов не только отработавшими газами, но и от износа шин и дорожного полотна на сессии GRPE и на специально созданной рабочей группе (НРГ-IWG) по ПИЧ (Программа измерения твердых частиц).

При рассмотрении доклада Российской Федерации WP.29-160-39 - "О реальном выбросе твердых частиц автомобильным транспортом", также был представлен документ ETRMA: «Актуальная научная информация,

используемая ETRMA в поддержку своей позиции», в которой согласно автору исследований (Kreider et al., 2010), размеры частиц, образованных в результате износа на асфальтовом покрытии, находились в пределах 4-350 мкм.

Поэтому ETRMA, утверждает, что средний размер ЧИШД **составляет приблизительно** 80-100 мкм. Данный размер частицы **осадочный по своей природе** и будет откладываться главным образом на дороге или около дороги.

Благодаря другим исследованиям, фактически, **в окружающей среде частицы протекторов шин не существуют в отдельности** - частицы изнашивающегося протектора шины всегда смешиваются, по крайней мере, с частицами дорожного покрытия, таким образом уменьшая в твердых частицах долю резины по массе.

В таблице 3 приведены коэффициенты выбросов ТЧ от износа шин для сравнения с ограничениями выброса частиц с отработавшими газами.

Источник: Российская Федерация и ETRMA

Таблица 3

Тип автомобиля	Потери на износ одной шины (кг)		Пробег (тыс.км)		Износ (г/100 км)	
	Россия	ETRMA	Россия	ETRMA	Россия	ETRMA
Легковой	1,4-1,9	1,14	45-60	40	3,3	2,83
Легкий Коммерческий до 3,5 т)	3,0-4,0	13-16	65-75	177-192	5,1	8,8-9,1
Грузовой	13-17	11,8-13,3	80-85	210-230	17,8	5,5-6,0

Итак, выше изложена реакция специалистов ассоциации Европейской шинной промышленности (ETRMA) заключающаяся в том, что выброс ТЧ от износа шин весьма мал, по сравнению с выбросами ТЧ в отработавших газах или от дорожного полотна.

Удивительно, что специалисты ETRMA, научные исследователи, на которых они ссылаются, как бы не знакомы с зарубежной работой Нцахристос Л. и др. (2009 г.), в которой анализируются результаты измерений износа шин и дорожного полотна транспортных средств малой грузоподъемности, проведенными 35 исследователями разных стран в период с 1971 г. по 2004 год. В этой работе представлен износ шин в граммах на машино-км, где зафиксированы величины износа в диапазоне от 0,07 до 1 г/маш.км, что хорошо согласуется с результатами российских исследований в 2013-2014гг., в которых

приведены расчётные величины износа комплекта шин легковых автомобилей на уровне 0,13 г/км, а автомобилей до 3,5 тонн-0,32 г/км.

Объявив глобальную программу исследований по оценке величин твёрдых частиц ЕТRМА утверждают, что размеры частиц, образованных от износа шин на асфальтовом покрытии, имея средний размер в интервале 80-100 микрометров, оседая на поверхности дорожного полотна, поэтому они не представляют опасности для здоровья человека!

Однако, в итоге, несмотря на сложные расхождения в понимании обсуждаемой проблемы, рабочая группа по ПИЧ объявила Новую задачу на ближайший период: **Измерение твердых частиц, образованных в результате износа шин / дорожного покрытия в 2019 году!**

В главе 5 исследованы процессы износа современных шин и дорожного полотна при различных режимах движения автомобиля.

С целью определения реального выброса и размерной дисперсности выбросов ТЧ менее 10 мкм от движущегося автомобиля разработана методика исследовательских работ, которая предусматривала:

- Место отбора проб ТЧ определено в ламинарной части воздушно-пылевого потока до образования его турбулентной части. Таким местом является зона, следующая сразу за выходом протектора шины автомобиля из контакта её с дорожным покрытием на расстоянии не более 150 мм (фото).



- Комплекс измерительной аппаратуры, примененный в исследованиях, состоит из автопылесоса Black & Decker PAD 1200, пластиковых трубопроводов для отвода воздушно пылевого полотна, кронштейнов крепления трубопроводов

к корпусу автомобиля и измерительного лазерного счетчика частиц (от 0,3 мкм до 10 микрометров) Lighthouse HANDHELD 3016 производства США. Исследования проведены на автомобиле NISSAN NAVARA, на котором были установлены радиальные бескамерные шины фирмы Continental (e4) cross LX contact M+S размером 255/65R17.

Для исследования реального процесса выбросов ТЧ от движущегося в городских условиях автомобиля были выбраны характерные режимы движения (разгон, равномерное движение, торможение) и три дороги, отличающиеся по интенсивности движения транспортных потоков.

В начале исследований был определен фон распределения количества ТЧ до 10 мкм над поверхностью дорожного полотна (Рисунок 4).

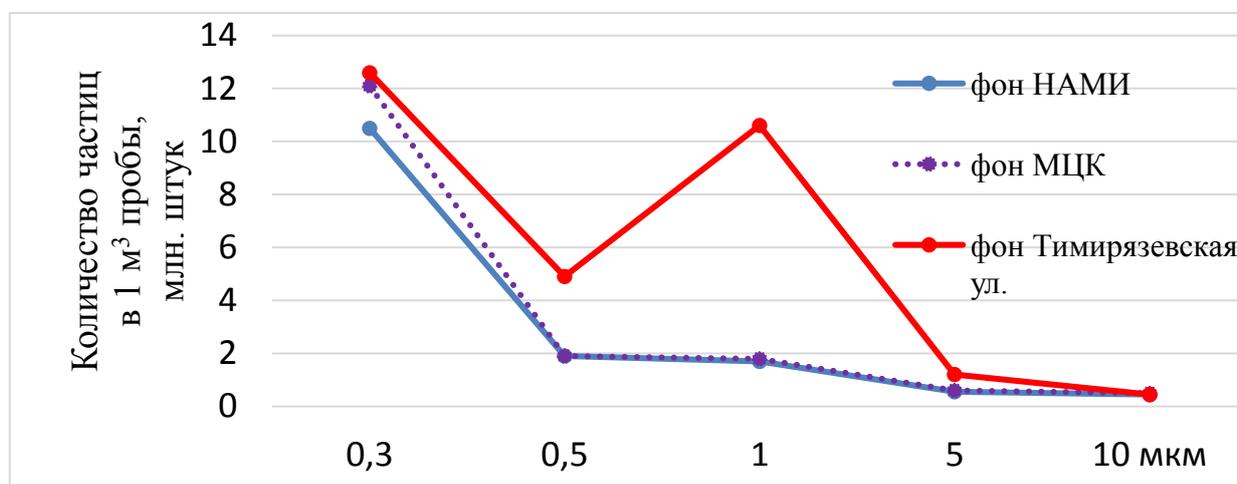


Рисунок 4 - Дисперсность и величины фона твердых частиц менее 10 мкм над поверхностью различных дорог г. Москвы

Так на Тимирязевской улице по сравнению с не загруженными улицами, отмечено увеличение фоновых ТЧ размером 0,5 мкм почти в 3 раза, ТЧ размером в 1 мкм в 9-10 раз, т.е. основную массу (95%) ТЧ над дорожным полотном составляют размеры 0,3; 0,5 и 1,0 мкм. Следует особо обратить внимание на большое количество частиц размером 0,3 мкм, как постоянно присутствующих на поверхности дорожного полотна различных дорог.

Результаты определения дисперсности и величин выбросов твердых частиц менее 10 мкм при движении автомобиля с постоянной скоростью по асфальтовой дороге (около станции МЦК «Лихоборы») приведены на рисунке 5.

Исследования, показали, что выбросы ТЧ при постоянных скоростях движения автомобиля значительно (от 2 до 10 раз) превышают фоновые значения и возрастают с увеличением скорости, а основной выброс (> 97%) ТЧ составляют частицы размером от 0,3 до 5,0 мкм.

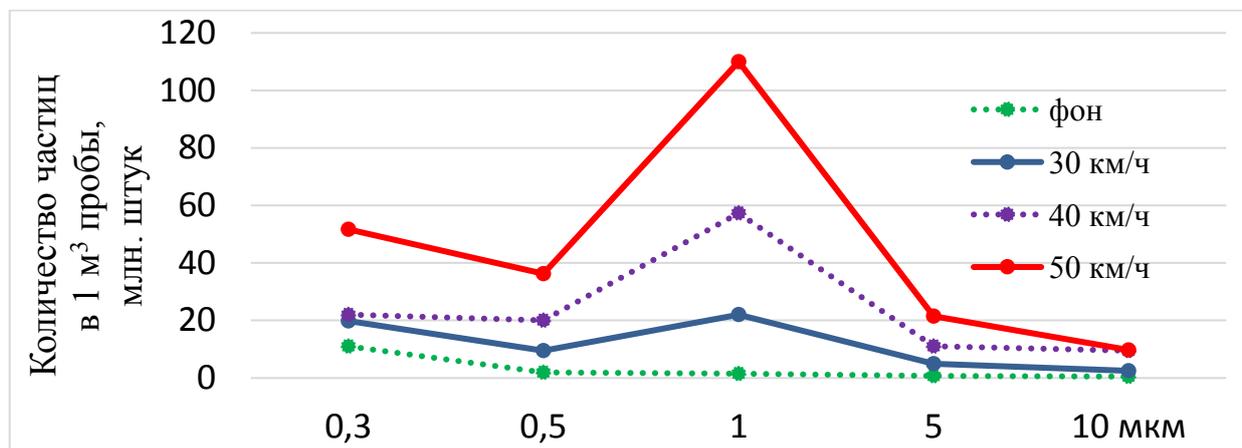


Рисунок 5 - Дисперсность и величины выбросов ТЧ при постоянной скорости движения автомобиля по асфальтовой дороге (около станции МЦК «Лихоборы»)

Величины выбросов твердых частиц, определенные при торможении автомобиля со скоростями 20–50 км/ч представлены на рисунке 6.

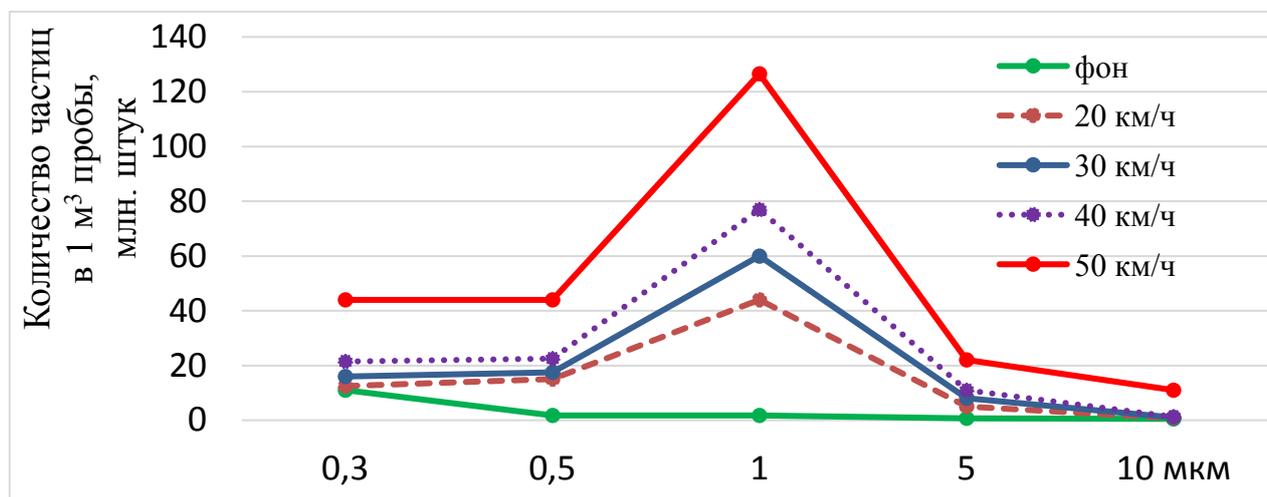


Рисунок 6 - Дисперсность и количество выбросов ТЧ при торможении автомобиля с различных скоростей движения

В результате проведённых измерений зафиксировано, что наибольшие выбросы ТЧ при торможении автомобиля с разных скоростей (20, 30, 40, 50 км/ч) имеют частицы размером 1,0 мкм.

Итак, на основании результатов проведенных исследований дисперсности и величин выбросов твердых частиц на различных режимах движения автотранспортных средств в городских условиях, можно констатировать, что зафиксированы величины твёрдых частиц от износа шин и дорожного полотна в основном 97% от 0,3 до 5 микрометров, что показывает ошибочность и полностью противоречит позиции Европейских производителей шин (ERTMA) на рабочих сессиях GRPE Всемирного форума КВТ ЕЭК ООН.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Анализ зарубежных и российских исследований по снижению экологического ущерба от выбросов вредных веществ и твердых частиц выявил серьезные расхождения в объективной оценке величины выбросов и дисперсности твердых частиц менее 10 микрон от эксплуатации автомобилей в городских условиях, влияющих по мнению Всемирной организации здравоохранения с 2010 г., на образование смога в крупных городах Европы, США, России и др. стран.

2. Разработанный на основе анализа усовершенствованный комплекс математических расчетов выбросов вредных веществ и твердых частиц для оценки общего загрязнения воздушной среды городов позволил определить отдельно существующий валовый выброс вредных веществ и твердых частиц, от эксплуатации автотранспорта с отработавшими газами и от износа тормозных систем, шин и от износа дорожного полотна.

3. В результате теоретических и экспериментальных исследований впервые осуществлено отдельно среднестатистическое (для норм Евро-6) определение соотношения выбросов твердых частиц с отработавшими газами, от износа тормозных механизмов, от износа шин и дорожного полотна: от легковых автомобилей: 0,005 г/км, 0,009 г/км, 0,112 г/км, 3,64 г/км, а для грузовых автомобилей от износа тормозных механизмов (0,243 г/км-0,47 г/км); от шин (1,1 г/км-7,5 г/км) и от дорожного полотна (10,6-13,4 г/км).

4. Впервые в 2013 году на международном уровне по результатам российских исследований был поставлен вопрос о том, что в настоящее время существует новая проблема с загрязнением воздушной среды городов. Она является такой же важной проблемой, которая была 50 лет назад с загрязнением атмосферы городов отработавшими газами автомобилей, которая успешно решается в настоящий период. Однако рост парка автомобилей в городах развивающихся стран, ведет к постоянному увеличению выбросов особо вредных для здоровья населения взвешенных твердых частиц менее 10 микрон, и в настоящий период не учитываемых ни каким законодательством от износа шин, тормозных систем и дорожного полотна!

5. На основании настоящих теоретических и экспериментальных исследований, подтверждена ошибочность необоснованного предложения Всемирной организации здравоохранения о запрете с 2012 года использования в городах Европы автомобилей с дизельными двигателями, по причине

повышенного выброса ими с отработавшими газами твердых частиц, приводящих только якобы ими к образованию смога с 2010 года в городах Европы.

6. Впервые выполненные теоретические и экспериментальные исследования позволили определить на примере увеличивающегося парка автотранспортных средств в г. Москве фактические выбросы вредных веществ и отдельно особо опасных для здоровья населения городов твердых частиц и прогноз их изменения в период до 2030 года.

Выполненные экспериментальные исследования величин выбросов и дисперсности твердых частиц менее 10 микрометров подтвердили основную массу (97%) и размеры твердых частиц от износа тормозных систем, шин и асфальто-дорожного полотна в диапазоне от 0,3 до 5 мкм.

7. Полученные в настоящей диссертационной работе результаты исследований дисперсности ТЧ менее 10 микрометров при износе шин и дорожного полотна, как российских, так и зарубежных исследований, обсуждаемых в международной группе по загрязнению и экономии энергии (GRPE) искажаются Европейскими производителями шин (ETRMA) и прежде всего транснациональными корпорациями как «Мишлен» и «Континенталь», исходя из своих корпоративных интересов.

8. На основании выполненных экспериментальных исследований по специально разработанной методике определения фактических выбросов и дисперсности твердых частиц менее 10 микрометров непосредственно из-под пятна контакта шины и дорожного полотна, зафиксировано, что более 90% по массе составляют частицы от 0,3 до 1 мкм, являющиеся весьма опасными для здоровья городского населения, в связи с чем, необходимо подготовить новый доклад Российской Федерации для рассмотрения на сессии GRPE Всемирного форума по разработке требований к конструкции транспортных средств КВТ ЕЭК ООН в 2019 году.

9. В сложившейся ситуации, необходимо Правительствам стран участницам Всемирного форума, осуществлять серьезные научно-исследовательские работы по уменьшению содержания вредных веществ в материалах, используемых при производстве тормозных систем, шин и дорожного полотна, а международному сообществу, разрабатывать соответствующие нормативные требования.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ:

(Все издания входят в перечень ВАК)

1. В.К. Азаров, А.В. Васильев, В.Ф. Кутенёв «Современные экологические проблемы грузовых автомобилей и автобусов», Труды НАМИ, сборник научных статей, вып. № 258, 2014 г., с. 94-101.
2. А.В. Васильев, В.Ф. Кутенёв, Степанов «О методике оценки износа протектора шин для конкретных условий эксплуатации грузовых автомобилей и автобусов», Труды НАМИ, сборник научных статей, вып. № 260, 2015 г., с. 127-137.
3. А.В. Васильев, С.В. Гайсин, В.Ф. Кутенёв, В.В. Степанов «Сравнительный анализ результатов зарубежных и отечественных исследований по загрязнению атмосферы городов выбросами, образующихся в результате износа шин, тормозных механизмов автомобилей и дорожного покрытия», Труды НАМИ, сборник научных статей, вып. № 262, 2015 г., с. 54-64.
4. А.В. Васильев, В.Ф. Кутенёв «Проблемные вопросы повышения ходимости шин грузовых автомобилей и автобусов», журнал «Грузовик», 2015 г., № 9, с. 18-20.
5. В.К. Азаров, А.В. Васильев, В.Ф. Кутенёв, В.В. Степанов «Исследование динамики изменения выбросов вредных веществ от автомобильного транспорта в г. Москве с 2002 по 2030 годы», Известия МГТУ «МАМИ», № 4 (26), 2015 г., т. 1, с. 5-11.
6. А.В. Васильев «Разработка методики оценки выбросов твёрдых частиц при движении автомобилей от износа протектора шин, тормозных механизмов и дорожного покрытия для конкретных условий эксплуатации, Труды НАМИ, сборник научных статей, вып. № 264, 2016 г., с. 48-64.
7. А.В. Козлов, А.С. Теренченко, А.В. Васильев «Анализ экологических требований «ЕВРО-6» к автомобильным двигателям», журнал ААИ, № 3 (104), 2017 г., с. 40-46.
8. В.К. Азаров, А.В. Васильев, В.Ф. Кутенёв «О причинах увеличивающегося загрязнения воздушной среды больших городов

взвешенными частицами от эксплуатации автотранспортного комплекса», журнал «Экология и промышленность», М., 2017 г., т. 21, № 8, с. 44-48.

9. В.К. Азаров, А.В. Васильев, В.Ф. Кутенёв «Об эффективности международных правил ООН по проблемным вопросам экологической безопасности автомобилей», Труды НАМИ, сборник научных статей, выпуск № 1(272), 2018 г., с. 69-77.
10. Васильев А.В. Кутенёв В.Ф., Степанов В.В. «Экспериментальные исследования дисперсности и количества выбросов твердых частиц менее 10 микрон, загрязняющих воздушную среду городов при эксплуатации автомобилей», Труды НАМИ, сборник научных статей, выпуск № 4(275), 2018 г., с. 105-113.