

УДК 629.113.

**В.К. АЗАРОВ**, канд. техн. наук  
начальник управления Центра бизнес-планирования<sup>1</sup>

**С.В. ГАЙСИН**  
генеральный директор, инженер<sup>1</sup>

**В.Ф. КУТЕНЕВ**, д-р техн. наук, проф.  
председатель экспертного совета<sup>1</sup>  
E-mail: vakutenev@nami.ru

<sup>1</sup>ФГУП «НАМИ», г. Москва, Россия

Поступила в редакцию 07.04.2016

## **ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ И НОРМИРОВАНИЯ НАЦИОНАЛЬНЫМИ И МЕЖДУНАРОДНЫМИ ПРАВИЛАМИ ООН ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ АВТОТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ**

*В статье анализируются проблемные вопросы современного положения с загрязнением воздушной среды городов вредными веществами от автомобильного транспорта и состояние законодательного нормирования международными Правилами ООН этих выбросов. В статье рассматривается новая проблема с загрязнением воздушной атмосферы городов взвешенными частицами менее 10 микрон из-за растущих выбросов от износа шин и дорожного полотна. Приводится сравнительный анализ современных и ожидаемых объемов выбросов вредных веществ с отработавшими газами, выбросов вредных твердых частиц от износа шин, тормозных механизмов транспортных средств и выбросов вредных твердых частиц от износа дорожного полотна в зависимости от интенсивности движения транспортных средств на примере г. Москвы. Излагаются материалы, которые убедительно показывают на возникшую новую экологическую пока не решаемую проблему загрязнения воздушной среды крупных городов увеличивающимся выбросом взвешенных твердых частиц менее 10 микрон от износа шин и дорожного полотна, весьма опасных для здоровья городского населения. Обосновывается необходимость срочной разработки как в национальных, так и в международных Правилах ООН конкретных нормативов на эти дополнительные источники выбросов от автомобилей и, естественно, от основного источника выбросов твердых частиц — дорожного полотна. Обосновывается необходимость разработки методики комплексной оценки конструктивной и эксплуатационной безопасности автотранспортных средств.*

**Ключевые слова:** Правила ООН, нормирование твердых частиц, износ шин и дорожного полотна

**Введение.** В 2012 году Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) вышла с предложением о запрете эксплуатации автомобилей с дизельными двигателями в крупных городах Европы (Париже, Лондоне и др.), в которых, по мнению ВОЗ, стал появляться смог из-за выбросов этими автомобилями твердых частиц (ТЧ), содержащихся в отработавших газах (ОГ), весьма опасных для здоровья населения.

Однако по нашему мнению, это заявление является необоснованным, ввиду того, что западные экологи, которые занимаются охраной окружающей среды, не обращают (или скрывают) внимание на выброс ТЧ от других источников выбросов вредных веществ из автомобилей: от износа шин, тормозных накладок, а также от износа дорожного асфальто-бетонного полотна.

Исследованиями, выполненными за последние 30 лет российскими и зарубежными организациями, к настоящему моменту отмечено следующее:

1. По результатам исследований, проводимых Мосэкомониторингом, основным загрязнителем городского воздуха в Москве (более 60 % загрязняющих и опасных для здоровья веществ) является истертая в мелкую пыль резина автомобильных шин [1]. Кроме того, при движении автомобилей происходит и износ дорожного асфальтового полотна, в котором также содержится большое количество вредных веществ.

2. Изучению процессов интенсивности износа шин была посвящена работа «Исследование рулевого управления автомобиля (оптимизация по критерию минимума износа шин)» [2].

3. Международным агентством по изучению рака, а в нашей стране Федеральным центром Госсанэпиднадзора, предприятия резиновой и шинной промышленности включены в список канцерогенно опасных. Установлено, что в шинной пыли присутствует более 140 химических соединений различной степени токсичности, но особенно опасны для здоровья человека полиароматические углеводороды и летучие канцерогенные вещества N-нитрозамины [3].

4. Вредные вещества N-нитрозамины, содержащиеся в мелкодисперсном аэрозоле, выделяемом автомобильными шинами, более опасны для здоровья человека потому, что они при попадании в бронхи и легкие в течение нескольких суток переносятся непосредственно в кровь и лимфу человека за счет своей хорошей растворимости в воде и биологических жидкостях. Последствия наличия канцерогенных веществ в тканевых жидкостях организма медицине хорошо известны, так как они часто приводят к летальным исходам [4].

Приведенные выше данные свидетельствуют о том, что воздействию канцерогенных веществ подвергается широкий контингент населения, а не только персонал, непосредственно занятый в производстве автомобильных шин. Таким образом, возникает целый круг вопросов, относящихся к защите населения от подобных воздействий, как в рабочей зоне, так и от выбросов канцерогенных веществ с ОГ, а также от износа шин и дорожного асфальтобетонного полотна в атмосферный воздух населенных мест.

Выполненные в 1997–2001 годах исследования химического состава шинной пыли и мелкодисперсного аэрозоля, взятых от протекторов различных шин отечественного и импортного производства различных изготовителей: Бриджстоун, Кумхо, Континенталь, Мишлен, Московский шинный завод, Нижнекамскшина, Росава позволили определить, что в каждом килограмме шинной пыли и мелкодисперсного аэрозоля количество летучих N-нитрозаминов (канцерогенных веществ) может составлять от 20 до 70 мкг [3, 4].

В Евросоюзе в последнее время активизировалось внимание на экологичность пневматических шин для автомобилей. Директивой 76/769/ЕЕС запрещается применение в производстве шин в качестве пластификаторов дистиллятные ароматические экстракты (ДАЕ), признанные канцерогенными.

На основании выполненного анализа работ зарубежных и отечественных исследований по снижению выбросов вредных веществ (ВВ): окиси углерода (СО), углеводородов (СН), оксидов азота (NO<sub>x</sub>) и ТЧ с отработавшими газами (ОГ), а также выбросов ВВ от других систем автомобилей, с целью объективного проведения дальнейших исследований по общей — суммарной оценке конструктивной и эксплуатационной без-

опасности автомобилей необходимо разработать комплексный метод объективной оценки эффективности конструктивных и эксплуатационных мероприятий по обеспечению комплексной безопасности автотранспортных средств (АТС).

Исследованием вопроса величин износа дорожных покрытий в г. Москве, проведенным специалистами МАДИ в 2010 году, установлено, что суммарная величина выделения взвешенных частиц ТЧ<sub>10</sub> от транспортных потоков на улично-дорожной сети (УДС) города на одну полосу движения составляет 3682 г/сут на км [5]. При этом специалисты МАДИ относят 90,2 % на износ дорожного покрытия, 4,1 % — на износ шин, 4,0 % — на выбросы частиц с отработавшими газами, 1,39 % — на вынос грунта с колесами автомобилей, паркующихся на газонах, и 0,35 % — на износ тормозных накладок автомобилей [6].

Результаты многолетних наблюдений за износом дорожного полотна на Ленинградском проспекте г. Москвы показали, что средняя величина износа дорожного покрытия автомагистрали составляет 5,3 мм в год [5]. Указанная величина износа позволила произвести расчеты по определению интенсивности износа дорожного полотна на примере участка Ленинградского проспекта, в районе Речного вокзала, длиной в 1 км, с пятью полосами движения в каждую сторону, с шириной полос движения по 3,5 м. Расчет интенсивности износа дорожного полотна выполнялся при следующем условии: движение грузового транспорта (грузовые автомобили, автобусы и автопоезда) в каждую сторону предполагалось по одной полосе, а легкового транспорта — по четырем полосам с каждой стороны движения с интенсивностью, определенной в экспериментальных измерениях и приведенной в таблице 1.

На основании проведенных нами расчетов был определен общий выброс твердых частиц от износа на мерном участке дороги (1 км), который составил 389 550 кг в год, а интенсивность износа дорожного полотна при движении легкового автотранспорта составила 3,64 г/км от одного легкового автомобиля и 10,6 г/км от одного грузового автомобиля или автобуса. В этом случае общий усредненный износ составил 5,8 г/км от одного транспортного средства в г. Москве на Ленинградском проспекте.

Исследованиями, проведенными в Швеции, определено, что усредненный износ дорожного

Таблица 1 — Экспериментальные измерения интенсивности движения

Транспортные средства	Интенсивность, авт./сут	Доля, %
Легковые до 3,5 т	234 748	92,88
Грузовые	12 396	5,63
Автобусы	6 607	1,3
Автопоезда	1 130	0,19
Итого:	254 882	100

Таблица 2 — Сравнительные результаты

Шины	Расчетная интенсивность износа шин, г/км	Измеренная интенсивность износа дорожного полотна, г/км	Предельная величина выброса ТЧ, по Правилам ООН
Легковые	0,13	3,64	№ 83-0,005 г/км
Легкогрузовые	0,32	5,8	№ 83-0,005 г/км
Грузовые автомобили и автобусы	1,5	10,6	№ 49-0,01 г/кВт·ч

покрытия на улицах в г. Стокгольме составил от 4 до 6 г/маш. км [7].

Количество выбросов шинной пыли НАМИ было определено расчетным путем, исходя из высоты протектора шины, который изнашивается при движении АТС. Пробег различных шин за время эксплуатации был принят от 50 до 80 тыс. км. За такой пробег у шины полностью изнашивается рисунок протектора. У современных автомобильных шин высота рисунка протектора с дорожным рисунком равна 7,0–9,0 мм.

Во всех странах, относящихся к Европейскому экономическому сообществу (ЕЭС), и в Российской Федерации требуется, чтобы остаточная высота рисунка протектора шин для легковых автомобилей была равна не менее 1,6 мм из условий безопасности дорожного движения по критерию устойчивости и управляемости.

Долгое время считалось, что размеры частиц продуктов износа протектора шин довольно велики и не могут причинить вред здоровью человека. Однако исследования американских врачей-аллергологов и онкологов, обративших внимание на повышенную чувствительность к аллергическим и онкологическим заболеваниям жителей домов, расположенных вблизи автострад в городах, позволили предположить, что при естественном износе автомобильных шин в воздушную среду попадает значительное количество аэрозоля — частиц менее 10 микрон. Тщательно изучив его дисперсный состав, при анализе состава воздуха на шоссе с умеренным движением автотранспорта исследователи обнаружили присутствие от 3800 до 6900 фрагментов шин в каждом кубическом метре воздуха, более 58 % из них оказались размером менее 10 (ТЧ<sub>10</sub>) микрон и, следовательно, способны легко проникать в легкие человека, вызывая бронхиальную астму, аллергические реакции, а при контакте со слизистой оболочкой и кожей — ринит, конъюнктивит и крапивницу. Кстати, такая шинная пыль из организма человека практически не выводится и подчас приводит к летальным исходам [3, 4].

Проведенный анализ различных шин, применяемых и изготовленных в России, позволил определить массу изнашиваемой части шин в течение срока службы комплекта шины для автомобилей различного назначения, которая составила: - у шин легковых автомобилей: до  $1,6 \text{ кг} \times 4 = 6,4 \text{ кг}$ ; - у шин легкогрузовых автомобилей до 3,5 тонн: до  $3,8 \text{ кг} \times 6 = 22,8 \text{ кг}$ ;

- у шин грузовых автомобилей и автобусов: до  $15,0 \text{ кг} \times 8 = 120 \text{ кг}$  шинной пыли и мелкодисперсного аэрозоля.

Полученные выше результаты позволили определить усредненную интенсивность износа протектора исследуемых шин и износа дорожного полотна на 1 км пробега различных категорий транспортных средств и сравнить их с современными международными нормативными требованиями Правил ООН на выброс твердых частиц с отработавшими газами автомобилей (таблица 2).

Как видно из представленных сравнительных результатов, выбросы шинной пыли и дорожного полотна в г/км при эксплуатации легковых автомобилей значительно превышают соответственно в 26 раз и более чем в 700 раз выброс твердых частиц с отработавшими газами.

Выброс твердых частиц при износе шин и дорожного полотна при движении автомобилей массой до 3,5 тонн уже превышает более чем в 60 раз и 1000 раз нормативы Евро-6 Правил ООН № 83 на выброс твердых частиц с отработавшими газами этих автомобилей.

Условно можно предположить, что выбросы от шин грузовых автомобилей и автобусов с числом шин 6–8 штук при их движении превышают нормативы для ОГ дизелей не менее чем в 150 раз от шин и в 2000 раз соответственно от дорожного полотна.

По нашему мнению именно от повышенных выбросов ТЧ от износа шин и дорожного полотна и образуется в Париже и Лондоне смог. К 2013–2015 годам в соответствии с нормативными требованиями Правил ООН № 49 выброс твердых частиц с ОГ дизелей был уменьшен с  $0,36 \text{ г/кВт} \cdot \text{ч}$  в 1998 году до  $0,01 \text{ г/кВт} \cdot \text{ч}$  в 2012 году, т. е. в 36 раз.

Выполненный сравнительный анализ общих фактических и ожидаемых в ближайшие годы выбросов вредных веществ (СН, СО, NO<sub>x</sub> и ТЧ) с ОГ и выбросов ТЧ от износа шин, тормозных накладок и дорожного полотна, проведенный в НАМИ в 2014–2015 годах, на примере г. Москвы, представленный на рисунке 1, показал явную необоснованность заявления ВОЗ.

Анализ графика показывает, что общее количество вредных выбросов на примере г. Москвы (в динамике по годам с 2002 по 2030 год) существенно снижается за счет выбросов ВВ с ОГ. С 2002 по 2020 год заметен резкий эффект от внедрения мероприятий по двигателям автомобилей — внедрение нормативов Евро-3,4 и 5, суще-

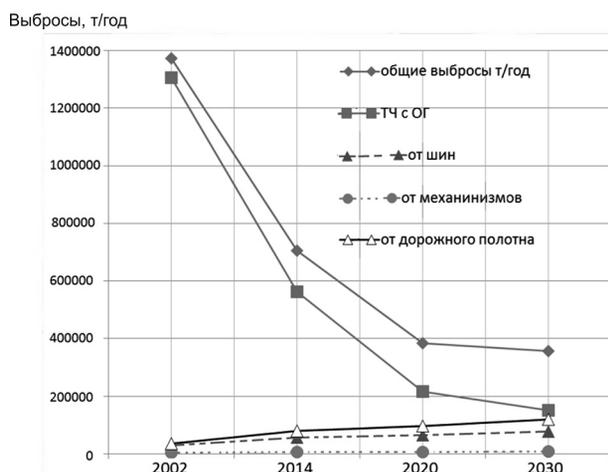


Рисунок 1 — Изменение ежегодных выбросов вредных веществ с отработавшими газами, от износа шин, тормозных накладок и дорожного полотна с 2002 г. по 2030 год в г. Москве в тоннах

ственно сокращающих выброс вредных веществ в отработавших газах. Однако в эти годы идет увеличение выбросов вредных веществ от дорожного покрытия, шин и тормозных механизмов из-за резкого увеличения парка транспортных средств. И в 2030 году выбросы от них приближаются к выбросам с ОГ двигателей. Поэтому с 2020 по 2030 год уменьшение общего количества выбросов достигает минимальных значений. Однако вызывает тревогу по экологическому состоянию атмосферы г. Москвы тот факт, что наблюдается постоянное увеличение выбросов вредных веществ от дорожного покрытия, шин и тормозных механизмов.

В настоящее время ввиду успокоенности экологов из-за снижения общих выбросов вредных веществ от автомобильного транспорта, в первую очередь из-за снижения их выбросов с отработавшими газами двигателей, не разрабатываются требования и не предусматриваются мероприятия по уменьшению выбросов вредных веществ от дорожного покрытия, шин и тормозных механизмов.

Обратим внимание на то обстоятельство, что по результатам зарубежных исследований выброс взвешенных мелких частиц менее 10 микрон ( $TЧ_{10}$ ) от массы изношенного дорожного полотна составляет 80 %, у шин  $TЧ_{10}$  от изношенной массы составляет 25 %, а у тормозных механизмов этот процент составляет 50 % [8].

Эти результаты исследователей позволяют оценить выбросы весьма опасных взвешенных твердых частиц  $TЧ_{10}$  в целом от автомобильного транспорта в атмосферу г. Москвы. Результаты оценки приведены на рисунке 2.

Как видно из рисунка 2, выбросы  $TЧ_{10}$  от дорожного полотна и шин существенно изменяют картину распределения этих выбросов. Наблюдается на фоне сокращения выбросов  $TЧ_{10}$  с ОГ резкое увеличение выбросов от дорожного полотна и шин. Этот факт заставляет исследователей более внимательно относиться к исследованию причин повышенных выбросов  $TЧ_{10}$ , проанализировать

конструкции шин и дорожного полотна и их химический состав с целью уменьшения количества наиболее вредных составляющих канцерогенных веществ в этих выбросах.

Как видно из представленных исследований, современный выброс взвешенных  $TЧ_{10}$  с ОГ несопоставимо низкий по сравнению с суммарным выбросом от износа шин и дорожного полотна! Поэтому совершенно непонятно, на каком основании (на каких результатах) возникло заявление ВОЗ о причине загрязнения воздуха в Париже и Лондоне только от  $TЧ_{10}$  в ОГ дизелей? Тем более, что в Европе нормативы Правил ООН № 49, были введены на 8–10 лет раньше, чем в Москве и в Российской Федерации.

Возникает вопрос: куда относить выбросы от износа шин, тормозных накладок и износа дорожного полотна: к конструктивной безопасности или к эксплуатационной безопасности, т. к. они напрямую зависят от пробега автомобилей?

Итак, как должен оцениваться, т. е. по каким критериям целесообразно и объективно формировать оценку экологического ущерба от выбросов ВВ и ТЧ от конкретного транспортного средства? В работе [9] был проведен анализ и обоснование назначения справедливого ежегодного транспортного налога, учитывающего и конструктивную безопасность (по мощности двигателя), и эксплуатационную безопасность по годовому расходу топлива и годовому пробегу транспортного средства!

Вышеизложенное касается экологической безопасности АТС, которая косвенно, а может быть и напрямую, связана с увеличением раковых заболеваний населения крупных городов и смертельных случаев от загрязнения атмосферы городов вредными веществами выбрасываемыми АТС, как с отработавшими газами, а в настоящее время и, особенно на предстоящие годы с увеличивающимися выбросами взвешенных  $TЧ_{10}$  от износа шин и дорожного полотна.

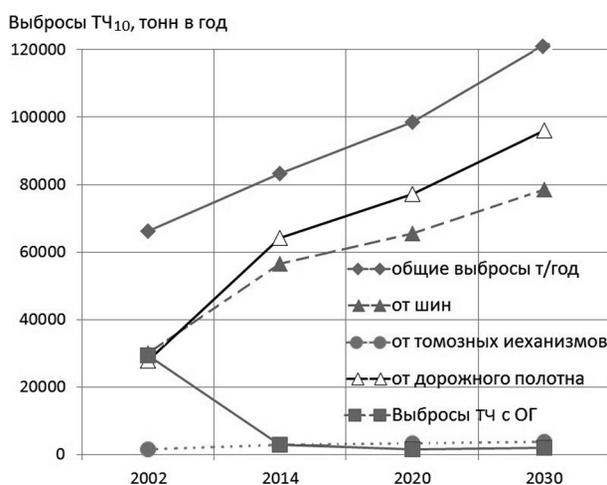


Рисунок 2 — Изменение ежегодных выбросов взвешенных  $TЧ_{10}$  с отработавшими газами, от износа шин, тормозных накладок и дорожного полотна с 2002 по 2030 год в г. Москве в тоннах

**Выводы.** Вышеизложенные материалы убедительно указывают на новую пока нерешаемую проблему увеличения выбросов весьма опасных для населения городов взвешенных твердых частиц  $ТЧ_{10}$  от износа шин и дорожного полотна, интенсивно загрязняющих воздушную среду в крупных городах.

Рост парка автотранспортных средств в крупных городах приводит к повышенному выбросу  $ТЧ_{10}$ , что будет увеличивать загрязнение воздуха в городах, приводя к повышенному образованию смога, негативно влияющего на здоровье городского населения.

На основании анализа вышеизложенных проблем возникает необходимость срочной разработки новых технических требований к различным узлам и агрегатам транспортных средств в национальных и международных Правилах ООН, а также разработки методики комплексной оценки конструктивной и эксплуатационной безопасности автотранспортных средств.

Вышеизложенные результаты исследований предоставляют необходимость пересмотра концепции экологического международного нормирования Правилами ООН не только вредных выбросов с отработавшими газами в Правилах № 49 и № 83, но и других выбросов вредных веществ, особенно твердых частиц, менее  $ТЧ_{10}$ , от различных других систем и узлов автотранспортных средств (шины и тормозные механизмы) и дорожного полотна в процессе их эксплуатации.

## Список литературы

1. Доклад о состоянии окружающей среды в г. Москве в 2011 году / под общ. ред. А.О. Кульбачевского; Правительство Москвы, Департамент природопользования и охраны окружающей среды г. Москвы. — М., 128 с. — Режим доступа: [http://www.dpioos.ru/eco/ru/report\\_result/o\\_3992](http://www.dpioos.ru/eco/ru/report_result/o_3992).
2. Кушвид, Р.П. Исследование рулевого управления автомобиля (оптимизация по критерию минимума износа шин): дис. ... канд. техн. наук / Р.П. Кушвид; ЗАВОД-ВТУЗ при ЗИЛе. — М., 1978.
3. Исследование содержания химических канцерогенных веществ в шинных резинах / А.Я. Хесина [и др.] // Тез. докл. Рос. науч.-практич. конф. резинщиков. — М., 1998. — С. 441–443.
4. Хесин, А.И. Канцерогенная опасность автомобильных шин / А.И. Хесин, М.Е. Скудатын, В.Н. Ушмодин // Национальная безопасность и геополитика России (Федеральное издание). — 2003. — № 10–11 (51–52).
5. Трофименко, Ю.В. Оценка загрязнения воздуха аэрозольными частицами менее 10 мкм от транспортных потоков на городских автомагистралях / Ю.В. Трофименко, В.С. Чижова // ЭКиП: Экология и промышленность России. — 2012. — № 9. — С. 41–45.
6. Чижова, В.С. Загрязнение атмосферного воздуха аэрозольными частицами менее десяти микрометров от автотранспорта в крупном городе / В.С. Чижова // Автотранспортное предприятие. — 2011. — № 10. — С. 30–31.
7. Jacobsson, T., Hornwall, F. Dubbslitage paa asfaltbelagning // VTI meddelande. — 1999. — Pp. 862–199. VTI, Linkoping, Sweden (in Swedish).
8. Руководство ЕМЕП/ЕАОС по инвентаризации выбросов: общие руководящие указания по подготовке национальных инвентаризаций выбросов // Технический отчет ЕАОС. — 2009. — № 9. — Режим доступа: <http://www.eea.europa.eu/ru/publications/emep-eea/#>.
9. Азаров, В.К. К вопросу о разработке обоснованно-справедливого начисления налога на автомобильном транспорте / В.К. Азаров, В.Ф. Кутенев // ААИ. — 2015. — № 3(92). — С. 60–64.

AZAROV Vadim K., Ph. D. in Eng.  
Business Planning Center Department Head<sup>1</sup>

GAYSIN Sergey V.  
Engineer, Chief Executive Officer<sup>1</sup>

KUTENEV Vadim F., D. Sc. in Eng., Prof.  
Expert Council Chairman, Honored Scientist of the Russian Federation<sup>1</sup>  
E-mail: [vakutenev@nami.ru](mailto:vakutenev@nami.ru)

<sup>1</sup>FSUE “NAMI”, Moscow, Russia

Received 7 April 2016

## PROBLEMATIC ISSUES OF ASSESSMENT AND NORMALIZATION OF MOTOR VEHICLE HARMFUL SUBSTANCES EMISSIONS BY NATIONAL AND INTERNATIONAL UN REGULATIONS

*The article analyzes problematic issues of the current situation with city air pollution by harmful substances produced by motor vehicles and the situation with the legislative normalization and control over these emissions by the International UN Regulations. The article addresses the new problem of city air pollution by suspended particles smaller than 10 microns due to increasing emissions from deterioration or wear of tires and roadbed. The*

article contains a comparative analysis of the current and expected volumes of emission of harmful substances with exhaust gases, emission of harmful particulate matters due to wear of motor vehicle tires and brake gears and emission of harmful particulate matters due to roadbed wear depending on the vehicle traffic density by the example of the city of Moscow. It sets forth the materials, which convincingly demonstrate a new environmental problem, which is not being addressed yet, the problem of city air pollution by increasing emission of suspended particulate matters smaller than 10 microns due to wear of tires and roadbed which are highly dangerous for the urban population health. The article justifies the necessity of urgent development of specific standards for these additional emission sources from vehicles and naturally from the main source of emission of particulate matters, from the roadbed, within both national and international UN Regulations. It also justifies the necessity of a motor vehicle design and operational safety integrated assessment procedure development.

**Keywords:** UN Regulations, normalization of particulate matters, wear of tires and roadbed

## References

1. Kulbachevsky A.O. Doklad o sostoyanii okruzhayushey srede v gorode Moskva v 2011 godu. Pravitelstvo Moskvyy, Departament prirodopolzovaniya i okhrany okruzhayushey srede goroda Moskvyy [Moscow city 2011 environment state report. Government of Moscow, Department of Natural Resources Management and Environmental Protection of the city of Moscow]. Moscow, 128 p. Available at: [http://www.dpioos.ru/eco/ru/report\\_result/o\\_3992](http://www.dpioos.ru/eco/ru/report_result/o_3992).
2. Kushvid, R.P. *Issledovanie rulevogo upravleniya avtomobilja (optimizacija po kriteriju minimuma iznosa shin)*. Diss. kand. tehn. nauk [Vehicle steering control research (optimization as to the criterion of the minimum tire wear). Ph. D. in Eng. diss.]. Moscow, R.P. Kushvid; ZAVOD-VTUZ pri ZILe, 1978.
3. Khesina A.Ya., Krivosheeva L.V., Tretyakov O.B., Korneev V.A., Reutov S.L., Obodovskaya N.I. *Issledovaniye sodержaniya khimicheskikh kantserogennykh veshchestv v shinnikh rezinakh. Tezisy dokladov Rossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii rezinschikov* [Research as to content of chemical carcinogenic substances in tire rubbers. Theses of reports of the Russian Research and Practice Conference of rubber producers]. Moscow, 1998, pp. 441–443.
4. Khesin A.I., Skudatin M.E., Ushmodin V.N. *Kantserogennaya opasnost avtomobilnykh shin* [Carcinogenic danger of vehicle tires]. *Natsionalnaya bezopasnost i geopolitika Rossii* [National Safety and Geopolitics of Russia], 2003, no. 10–11(51–52).
5. Trofimenko Yu.V., Chizhova V.S. Otsenka zagryazneniya vozdukha aerolzolnymi chastitsami menee 10 mkm ot transportnykh potokov na gorodskikh avtomagistralyakh [Assessment of air pollution by aerosol particles smaller than 10 microns from traffic on urban motorways]. *Ekologiya i promyshlennost Rossii* [Ecology and Industry of Russia], 2012, pp. 41–45.
6. Chizhova V.S. *Zagryazneniye atmosfernogo vozdukha aerolzolnymi chastitsami menee desyati mikrometrov ot avtotransport v krupnom gorode* [Atmospheric air pollution by aerosol particles smaller than ten micrometers from motor transport in a city]. *Avtotransportnoye Predpriyatie* [Motor Transport Enterprise], 2011, no. 10, pp. 30–31.
7. Jacobsson, T., Hornwall, F. *Dubbslitage paa asfaltbelagging*. Sweden, Linkoping, VTI meddelande, 1999, pp. 862–199.
8. Rukovodstvo EMEP/EAOS po inventarizacii vybrosov: obshhie rukovodjashhie ukazaniya po podgotovke nacional'nykh inventarizacij vybrosov [EMEP/EEA emission inventory: general guidelines for the preparation of national emissions inventories]. *Tekhnicheskij otchet EAOS EEA* [Technical Report], 2009, no. 9. Available at: <http://www.eea.europa.eu/ru/publications/emep-eea/>.
9. Azarov V.K., Kutenev V.F. *K voprosu o razrabotke obosnovanno-spravedlivogo nachisleniya naloga na avtomobilnom transporte* [On the issue of development of reasonable and just tax charges as to the motor transport]. *AAI* [AAE], 2015, no. 3(92), pp. 60–64.