

0-794646

На правах рукописи



МИНГУЛОВА ИЛЬМИРА РИФОВНА

**ГЕОЭКОЗАЩИТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ  
ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА  
УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ  
(НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА САНКТ - ПЕТЕРБУРГА)**

Специальность:  
25.00.36 - Геозкология (в строительстве и ЖКХ)

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Санкт-Петербург – 2012

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Петербургский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВПО ПГУПС)  
на кафедре «Техносферная и экологическая безопасность»

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук, профессор  
Копытенкова Ольга Ивановна

**Официальные оппоненты:**

Сёмин Евгений Геннадьевич, доктор технических наук, профессор кафедры "Гражданское строительство и прикладная экология" Санкт-Петербургского государственного политехнического университета

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА КФУ



0000793447

Иванов Николай Игоревич, доктор технических наук, профессор кафедры "Экология и безопасность жизнедеятельности" Балтийского государственного технического университета "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф.Устинова

**Ведущая организация:**

Открытое акционерное общество по по изысканиям и проектированию объектов транспортного строительства "Ленгипротранс" (ОАО "Ленгипротранс")

Защита состоится 26 апреля 2012 г. в 16 часов на заседании диссертационного совета ДМ 212.229.30 при ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет» по адресу: 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д.9, ауд. 3-237.

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет».

Автореферат диссертации доступен на официальном сайте СПбГПУ (<http://www.spbstu.ru/>) и Министерства образования и науки РФ.

Автореферат разослан 24 марта 2012 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Уманец В.Н.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** По мере развития цивилизации и ускорения технического прогресса влияние человека на окружающую среду (ОС) увеличивается. Строительный техногенез является мощным фактором антропогенного воздействия на все компоненты биосферы. В настоящее время негативное воздействие антропогенной деятельности на геоэкологическую обстановку приблизилось к критической отметке, после чего вероятны необратимые последствия. Особую актуальность приобретает необходимость разработки и научного обоснования геоэкозащитных решений по предотвращению неблагоприятного воздействия техногенной деятельности человека на урбанизированные территории и способов управления качеством окружающей среды при проектировании и строительстве на этих территориях. Технический прогресс в настоящее время непосредственно связан с уровнем автомобилизации общества.

Интенсивное развитие процесса автомобилизации населения во всем мире, увеличение сети автомобильных дорог, скорости передвижения и грузоподъемности транспортных средств, а также интенсивности движения привели к значительному негативному воздействию на окружающую среду. Это выдвигает в число приоритетных проблем проблему экологической безопасности населения и снижения уровня неблагоприятного воздействия дорожно-транспортного комплекса (ДТК) на среду обитания человека за счет нормирования допустимой антропогенной нагрузки на неё, соблюдения градостроительных и строительных норм и правил, достижения экологически оптимального компромисса между градостроительными системами и природной средой. Условия, обеспечивающие подобное равновесие, могут быть выполнены лишь на этапе планировки и застройки, когда город и его дорожно-транспортная система рассматриваются в единстве с другими компонентами инфраструктуры.

Оценка воздействия строительства и эксплуатации сети автомобильных дорог и транспортных средств освещена в работах Nicolas Moussiopoulos, Erik Berge, Trond Bohler, Frank de Leeuw (1996), Bridgman A, Davies T.D., Jickells T (2002), Луканина В.Н., Трофименко Ю.В. (2003), Ложкина В.Н., Кравченко П.А. (2005, 2009, 2010), Денисова В.Н., Роголева В.А (2001, 2005, 2009, 2010, 2011) и ряда других отечественных и зарубежных ученых.

Оценка загрязнения ОС при проектировании и строительстве селитебных зон мегаполисов в настоящее время выполняется с использованием методов имитационного моделирования: Хватов В.Ф., Фельдман Ю.Г. (1985), Гаврилов А.С. (1992, 2001), Евгеньев И.Е., Левкин

А.В., Полуэктова М.М. (2009). Применяемые в настоящее время методики расчета загрязнения ОС автотранспортом направлены, главным образом, на оценку количества загрязняющих веществ, образующихся при сгорании топлива. Процесс движения автотранспортного средства (АТС) по дорожной сети создаёт дополнительный источник загрязнения атмосферы, гидросферы и верхних слоев литосферы в результате истирания протектора шин, накладок тормозных колодок и дорожного полотна. В настоящее время отсутствует научное обоснование геоэкозащитных мероприятий при строительстве ДТК урбанизированных территорий для снижения его влияния как источника первичного пылеобразования в связи с тем, что недостаточно разработаны методы комплексной количественной оценки воздействия ДТК на окружающую среду.

**Цель диссертационной работы** - разработка и научное обоснование геоэкозащитных мероприятий на основе количественной оценки воздействия ДТК на окружающую среду урбанизированных территорий на этапе проектирования и строительства.

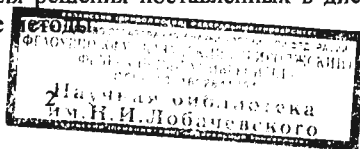
**Идея работы:**

Дорожно-транспортный комплекс урбанизированных территорий является мощным источником первичного пылеобразования и загрязнения окружающей среды в результате истирания протекторов шин, накладок тормозных колодок и дорожного полотна. Для снижения неблагоприятного воздействия ДТК на окружающую среду необходимо принятие научно обоснованных геоэкозащитных решений.

**Основные задачи исследования:**

1. Провести анализ существующих методов оценки влияния ДТК на экологическую ситуацию урбанизированных территорий.
2. Разработать метод количественной оценки взвешенных веществ (ВВ), поступающих в окружающую среду урбанизированной территории при истирании протекторов шин АТС.
3. Разработать модель улицы как линейного источника первичного пылеобразования.
4. Разработать алгоритм и способ учета влияния ДТК на селитебные зоны урбанизированных территорий на этапе проектирования и строительства.
5. Апробировать предложенные алгоритм и способ оценки влияния ДТК на территории г. Санкт-Петербурга.
6. Разработать и научно обосновать геоэкозащитные мероприятия по снижению неблагоприятного воздействия ДТК на окружающую среду урбанизированных территорий.

**Методы исследования.** Для решения поставленных в диссертации задач использовались следующие



1. теоретическое обобщение и анализ современных знаний и представлений о геоэкологии, геоэкологическом мониторинге, изменениях окружающей среды под воздействием объектов транспорта, взаимодействии окружающей среды и транспортной системы;

2. методы математического моделирования с помощью современного стандартного пакета прикладных программ STADIA;

3. статистические методы анализа случайных процессов и аппроксимации их функций распределения с использованием стандартного пакета прикладных программ STATISTICA7;

4. методы экспертных оценок при оценке параметров математических моделей;

5. экспериментальные методы оценки химического состава почвы, атмосферного воздуха, снежного покрова, смета и ливневых стоков с дорожного полотна (Испытательная лаборатория ФГБОУ ВПО ПГУПС (Аттестат аккредитации № РОСС.RU 0001. 547506 до 14.09.2014 г);

6. Геоинформационная система ЭПК «Zone» и УПРЗА «Эколог».

#### **Научная новизна работы.**

1. Разработан метод количественной пространственно-временной оценки взвешенных веществ, поступающих в окружающую среду мегаполиса, в зависимости от интенсивности и состава транспортных потоков.

2. Разработана модель улицы как линейного источника первичного пылеобразования на урбанизированной территории при эксплуатации ДТК для учета его влияния на этапе строительства.

3. Научно обоснован комплекс геоэкозащитных решений, направленных на снижение неблагоприятного воздействия ДТК на окружающую среду урбанизированных территорий.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

1. На этапе строительства ДТК урбанизированных территорий при обосновании зон санитарного разрыва от автомобильных дорог необходимо учитывать его влияние как дополнительного источника загрязнения окружающей среды взвешенными веществами первичного пылеобразования, образующимися в результате истирания дорожного полотна, протекторов шин и накладок тормозных колодок АТС. Уровень загрязнения почвы продуктами истирания дорожного полотна, протекторов шин и накладок тормозных колодок АТС вдоль автомагистрали со средней интенсивностью движения автомобильного транспорта, характерной для г. Санкт-Петербурга, оценивается как «опасный», уровень загрязнения атмосферного воздуха в этих районах - как «сильный».

2. Методика комплексной количественной оценки взвешенных веществ, поступающих в окружающую среду урбанизированной

территории при истирании протекторов шин, накладок тормозных колодок автотранспортных средств и дорожного полотна в зависимости от интенсивности и состава транспортных потоков, условий эксплуатации АТС и климатогеографических особенностей региона.

3. Геоэкозащитные решения при строительстве ДТК урбанизированной территории включают: мероприятия, направленные на уменьшение образования взвешенных веществ в источнике; мероприятия, направленные на уменьшение количества взвешенных веществ на пути их распространения; мероприятия, направленные на предотвращение (предупреждение) формирования взвешенных веществ вторичного пылеобразования.

#### **Практическая значимость работы.**

1. Разработанный способ количественной оценки взвешенных веществ, поступающих в окружающую среду урбанизированной территории при эксплуатации ДТК, позволяет оценить их количество на этапе его проектирования и строительства при обосновании размера санитарного разрыва от источника вредного воздействия до границы жилой застройки и зон отдыха, что обеспечивает требуемое качество окружающей среды в мегаполисах.

2. Разработанные геоэкозащитные мероприятия при строительстве ДТК урбанизированной территории позволяют снизить его отрицательное влияние в селитебной зоне.

3. Применение разработанных геоэкозащитных мероприятий позволит получить экономический эффект за счет предотвращенного экологического ущерба здоровью населения, проживающего вдоль автомобильных дорог.

4. Разработанная в диссертации методика количественной оценки распространения взвешенных веществ, поступающих в окружающую среду урбанизированной территории при эксплуатации ДТК, была использована при экспертизе проектной документации Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека ФГУН «Северо-Западным научным центром гигиены и общественного здоровья» (Справка о внедрении №02/317 от 14.10.2011г.).

Материалы диссертационной работы внедрены в учебный процесс кафедры «Техносферная и экологическая безопасность» ФГБОУ ВПО ПГУПС (справка о внедрении № 199 от 28.09.2011).

**Достоверность и обоснованность научных положений и рекомендаций** подтверждается большим объемом аналитических, лабораторных и экспериментальных исследований химического состава почвы, снежного покрова, смета с дорожного покрытия и атмосферного воздуха с применением современных общепринятых высокоточных методов химического анализа, использованием адекватных

математических методов обработки материалов и сопоставимостью экспериментальных данных с результатами исследований других авторов.

**Апробация диссертации.** Основные положения и практические результаты диссертационной работы докладывались на ежегодных конференциях молодых ученых, аспирантов и студентов «Шаг в будущее» (ПГУПС, Санкт-Петербург, 2008-2010 гг.), Международной научно-практической конференции «Человек и охрана природы» (Литовский сельскохозяйственный университет, 2008 г.), Международной конференции «Безопасность. Технологии. Управление» (Самарский научный центр академии наук, Самара, 2008г.), Международной научно-практической конференции «Техносферная и экологическая безопасность на транспорте. ТЭБТРАНС-2010» (ПГУПС, Санкт-Петербург, 2010 г.), Молодежном экологическом конгрессе «Северная Пальмира» (Санкт-Петербургский Научный Центр РАН, 2010 г.), Международном конгрессе Euro-ECO (Hannover 2010 г.), X Всероссийском конгрессе «Профессия и здоровье» (Москва 2011 г.).

**Личный вклад автора заключается:** в формулировке идеи, в постановке целей и задач исследования, проведении теоретического обобщения и анализа сведений об изменениях ОС под воздействием объектов транспорта и ее взаимодействии с транспортной системой; участии в проведении и анализе натурных исследований, обработке и интерпретации полученных данных, разработке способа количественной оценки взвешенных веществ, поступающих в окружающую среду мегаполиса при истирании протекторов шин автотранспортных средств в зависимости от интенсивности транспортных потоков, расчете предотвращенного экологического ущерба здоровью населения, разработке геоэкозащитных решений при строительстве ДТК урбанизированной территории, направленных на снижение его негативного влияния.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 7 печатных работ, из них 2 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

**Объем и структура работы.** Диссертационная работа изложена на 145 страницах машинописного текста, содержит 4 главы, введение и заключение, список использованной литературы из 164 наименований, включает 50 рисунков, 43 таблицы, 6 приложений.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

В главе 1 диссертационной работы на основе обобщения литературных данных представлен анализ факторов, влияющих на состояние природной среды и ее изменение под влиянием урбанизации, строительной и хозяйственной деятельности человека. Представлена характеристика ДТК Санкт-Петербурга как одного из основных

источников загрязнения среды урбанизированных территорий. Кроме того, проанализированы методы количественной оценки эксплуатационных свойств дорожного полотна, накладок тормозных колодок, протекторов шин и их влияния на ОС.

В главе 2 приведены результаты качественной и количественной характеристики загрязнения почвы, смета с дорожного полотна, снежного покрова и атмосферного воздуха вдоль автомобильной магистрали со средней интенсивностью движения, характерной для г. Санкт-Петербурга. Подтверждено предположение о том, что ДТК является источником загрязнения окружающей среды не только отработавшими газами, но и дополнительным источником загрязнения взвешенными веществами в процессе истирания протекторов шин, накладок тормозных колодок и дорожного покрытия, которые содержат в своем составе тяжелые металлы и органические токсиканты. Установлены количественные характеристики зависимости концентраций соединений тяжелых металлов в почве и атмосферном воздухе при увеличении расстояния от автомобильной дороги.

В главе 3 приведен алгоритм и методика комплексной количественной оценки взвешенных веществ, поступающих в окружающую среду при эксплуатации дорожно-транспортного комплекса (в зависимости от прогнозируемого числа АТС, в расчете на 1 км пробега и за различные периоды времени), которые легли в основу научного обоснования геоэкозащитных мероприятий при строительстве ДТК урбанизированной территории.

В главе 4 обоснованы геоэкозащитные мероприятия при строительстве ДТК урбанизированной территории, проведен расчет предотвращенного экологического ущерба здоровью населения при реализации предлагаемых геоэкозащитных решений.

**Основные результаты исследований отражены в следующих защищаемых положениях:**

**1. На этапе строительства ДТК урбанизированных территорий при обосновании зон санитарного разрыва от автомобильных дорог необходимо учитывать его влияние как дополнительного источника загрязнения окружающей среды взвешенными веществами первичного пылеобразования, образующимися в результате истирания дорожного полотна, протекторов шин и накладок тормозных колодок АТС. Уровень загрязнения почвы продуктами истирания дорожного полотна, протекторов шин и накладок тормозных колодок АТС вдоль автомагистрали со средней интенсивностью движения автомобильного транспорта, характерной для г. Санкт-Петербурга, оценивается как «опасный», уровень**

**загрязнения атмосферного воздуха в этих районах - как «сильный».** В Российской Федерации выбросы загрязняющих атмосферу веществ автомобильным транспортом составляют 47,3%, в Северо-Западном федеральном округе 42,3 % от общего объема выбросов. Установлено, что в г. Санкт-Петербурге основным источником выбросов в ОС является автотранспорт, представляющий собой передвижные источники загрязнения. В г. Санкт-Петербурге в ОС от автомобильного транспорта поступило 573 тыс. тонн, т.е. 91,8 % от общего объема выбросов (Росстат РФ, 2009 г.).

По данным Битюковой В.Р. (2009) при истирании протекторов шин в окружающую среду выделяются соединения тяжелых металлов - кадмия, свинца, цинка и молибдена, а при истирании накладок тормозных колодок - меди, ванадия, цинка, молибдена, никеля и хрома.

Почва, как депонирующий компонент, принимает итоговую химическую нагрузку, создаваемую антропогенной деятельностью, ее физико-химические свойства отражают кумулятивный эффект многолетнего воздействия источников загрязнения.

ДТК следует рассматривать в качестве источника эмиссии в ОС сложной смеси химических соединений в виде взвешенных частиц, состав которых зависит от характера дорожного покрытия, состава потока АТС, типа автомобилей и условий эксплуатации дорожно-транспортного комплекса. В нормативной документации отсутствует обоснование необходимости учета взвешенных веществ, поступающих в окружающую среду в результате эксплуатации АТС и истирания дорожного полотна при их движении.

В настоящее время существуют методы количественной характеристики эксплуатационных свойств дорожного полотна, накладок тормозных колодок и протекторов шин, однако в арсенале экологов отсутствуют методы количественной пространственно-временной характеристики ВВ, поступающих в ОС при эксплуатации ДТК. Это затрудняет разработку и реализацию геоэкозащитных мероприятий на этапе проектирования и строительства ДТК урбанизированных территорий.

Для подтверждения факта влияния процесса истирания протекторов шин, накладок тормозных колодок АТС и дорожного полотна был выполнен химический анализ проб почвы, снежного покрова и атмосферного воздуха на различном удалении от автомобильной дороги со средней для Санкт-Петербурга интенсивностью движения АТС, а также образцов смета с дорожного покрытия. Исследовано 43 объединенных пробы почвы, 43 пробы снежного покрова, 33 пробы смета с дорожного покрытия и 43 пробы атмосферного воздуха на содержание Cu, Pb, Cd, Ni, Zn, Co, Cr, нефтепродуктов и бенз(а)пирена. Выполнено 995 анализов

химического состава проб. Для комплексной оценки уровня загрязнения почвы металлами использован суммарный показатель загрязнения почвы  $Z_c$  (СанПиН 2.1.7.1287-03) и коэффициент концентрации - отношение содержания элемента в почве ( $C_i$ ) к его фоновому содержанию ( $C_{фi}$ ).

В качестве объекта исследования выбрано шоссе Революции - автомобильная магистраль со средней для Санкт-Петербурга интенсивностью движения АТС и характерным для селитебных зон города составом транспортного потока.

Все точки забора проб были разделены на 4 группы в зависимости от расстояния от проезжей части: 1 группа - на расстоянии 0,5 до 5,0 м.; 2 - на расстоянии  $10,0 \pm 1,0$  м.; 3 - на расстоянии  $30,0 \pm 1,5$  м.; 4 - на расстоянии  $50,0 \pm 2,5$  м.

Диаграмма изменения коэффициента концентрации соединений металлов в пробах почв в зависимости от расстояния от проезжей части представлена на рис.1, динамика расчетного суммарного показателя загрязнения почвы  $Z_c$  в зависимости от расстояния от проезжей части – на рис.2.

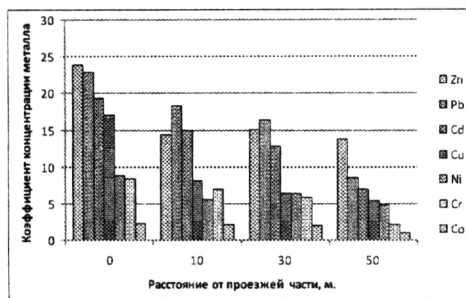


Рис. 1. Коэффициент концентрации соединений металлов в пробах почв в зависимости от расстояния от проезжей части

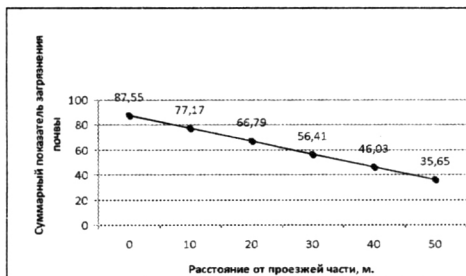


Рис. 2. Расчетный суммарный показатель загрязнения почвы  $Z_c$  на различном удалении от проезжей части

Уровень загрязнения почвы соединениями металлов в нормативной зоне санитарного разрыва вдоль автомагистрали со средней интенсивностью движения автомобильного транспорта, характерной для Санкт-Петербурга, по показателю  $Z_c$  оценивается как «опасный». На основе статистической обработки данных установлена взаимосвязь концентрации тяжелых металлов в пробах почвы и расстояния от проезжей части. Проведенные расчеты позволили определить расстояние от проезжей части, на котором суммарный показатель загрязнения почвы  $Z_c$  с вероятностью 95 % достигнет величины 16 (категория почв «допустимая»). Это расстояние составляет 69,0 м. Аналогичные зависимости были установлены для соединений тяжелых металлов в снежном покрове.

По химическому составу образцы смета с поверхности автомобильных дорог с различной интенсивностью движения АТС представляют собой в основном смесь оксидов кремния, алюминия, железа, кальция и магния и имеют в своем составе тяжелые металлы Cu, Pb, Cd, Ni, Zn, Co, Cr. Химический состав смета с дорожного покрытия представлен на рис. 3 и в таблице 1.



Рис. 3. Химический состав смета с дорожного покрытия вдоль Шоссе Революции (%)

Таблица 1. Химический состав смета вдоль автомобильных дорог с различной интенсивностью движения транспортных средств (мг/кг)

Ингредиент	Концентрация при различной интенсивности движения (мг/кг)		
	500 авт/час	2000 авт/час	3000 авт/час
Медь	44,8±7,2	41,3±6,2	42,1±6,3
Свинец	10,9±1,2	12,0±1,5	11,3±1,1
Кадмий	0,33±0,05	0,37±0,04	0,31±0,05
Никель	28,7±3,9	29,3±3,6	26,4±4,0
Хром	70,4±8,3	61,9±9,5	63,7±9,6
Кобальт	10,7±1,6	12,7±1,8	12,3±1,8
Цинк	199±23,0	249±44,0	234±35,0

Основная масса взвешенных веществ, имеющих в своем составе металлы, из атмосферного воздуха оседает на поверхность почвы в зоне санитарного разрыва от автомобильной дороги. Результаты исследования проб атмосферного воздуха показали, что средние концентрации железа, свинца, никеля, хрома, кобальта, цинка превышают ПДК. Результаты исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2. Химический состав взвешенных веществ в пробах атмосферного воздуха

Компонент	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Кратность превышения ПДК, С/ПДК
Медь	0,002	2	0,75
Свинец	0,0003	1	2,0
Кадмий	0,0003	1	-
Никель	0,001	2	1,6
Хром	0,0015	1	1,1
Кобальт	0,0004	2	1,5
Цинк	0,05	3	3,6
Железо	0,04	3	3,5

Уровень загрязнения атмосферного воздуха по интегральному показателю Р Пинигина (М.А. Пинигин) вдоль автомобильной дороги оценен как «сильный».

Нами установлена зависимость, описывающая изменение концентрации взвешенных веществ на различном удалении от проезжей части. Расчеты, проведенные с использованием выявленной зависимости, позволяют определить расстояние от проезжей части, на котором концентрация взвешенных веществ с вероятностью 95% достигнет ПДКсс. Это расстояние составляет 44 м. (без учета вторичного пылеобразования).

**2. Методика комплексной количественной оценки взвешенных веществ, поступающих в ОС урбанизированной территории при истирании протекторов шин, накладок тормозных колодок автотранспортных средств и дорожного полотна в зависимости от интенсивности и состава транспортных потоков, условий эксплуатации АТС и климатогеографических особенностей региона.**

Для определения массы взвешенных веществ, поступающих в окружающую среду урбанизированной территории от единичного автотранспортного средства (ЕАТС) в год (кг) в результате истирания протектора шин, разработана следующая зависимость:

$$m_{u.n} = K_t \cdot K_w \cdot n_k \cdot k \cdot \rho_{n.u} \cdot V_{u.n}, \quad (1)$$

где  $K_t$  - суммарный температурный коэффициент износа;  $K_w$  - суммарный коэффициент влажности;  $n_k$  - число колес данного транспортного средства (легковые автомобили, грузовые автомобили, автобусы и т.д.), шт.;  $k$  - коэффициент, учитывающий ресурс шин;  $\rho_{п.ш.}$  - плотность протектора шины, г/см<sup>3</sup>;  $V_{п.ш.}$  - объем истирания зоны предельного износа рисунка протектора, см<sup>3</sup>.

Состав АТС для анализируемого участка автомобильной дороги определяется на основе натуральных наблюдений или на основе прогноза.

Для определения суммарного температурного коэффициента износа  $K_t$  для Санкт-Петербурга проведен анализ средних многолетних данных, характеризующих температурный режим в городе, с использованием методики Джалилова М.Ф.

Суммарный температурный коэффициент износа  $K_t$  для г. Санкт-Петербурга составляет 1,07, суммарный коэффициент влажности  $K_w$  составляет 1,12.

Средний ресурс шины, или норма эксплуатационного пробега шины  $N_s$ , определяется в соответствии с Временными нормами эксплуатационного пробега шин АТС. РД 3112199-1085-02.

Количество изношенных шин за год  $k$ , шт., определяется по формуле:

$$k = L_k / N \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (2)$$

Объем истирания протектора определяется как произведение площади истирания зоны предельного износа рисунка протектора на предельную высоту износа рисунка протектора шины. Площадь истирания зоны предельного износа рисунка протектора определяется по формуле (Правила эксплуатации автомобильных шин АЭ 001-04):

$$S = 2\pi(R_o + H_{п.ш.}) \cdot 0,56 \cdot b, \quad (3)$$

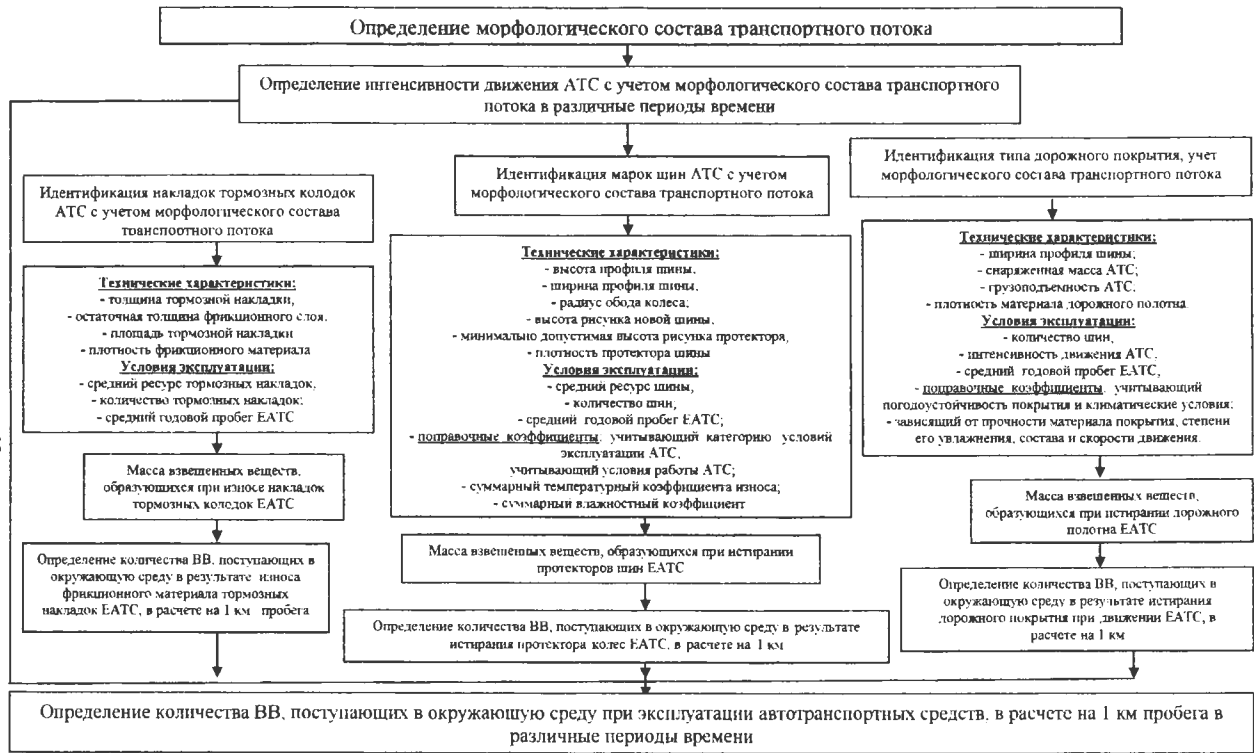
$R_o$  - радиус обода колеса, мм;  $H_{п.ш.}$  - высота профиля шины, мм;  $b$  - ширина беговой дорожки, мм, 0,56 – эмпирический коэффициент.

Для расчета истирания накладок тормозных колодок рекомендуется использовать метод Ревина А., Тюрина С., Федотова В., Дроздова А.

Для расчета истирания дорожного покрытия рекомендуется использовать метод Корсунского М.Б.

Разработанная схема расчета является составной частью алгоритма оценки воздействия АТС на ОС урбанизированной территории. На рис. 4 приведена схема определения пространственно-временной характеристики ВВ, поступающих в окружающую среду при эксплуатации ДТК.

Предложенная нами методика позволила установить зависимость ВВ, поступающих в ОС при различной интенсивности движения АТС на участке длиной 1 км. При эксплуатации ЕАТС автобусов и грузовых ЕАТС на участке длиной 1 км количество выделяющихся в ОС взвешенных веществ достоверно не отличается (рис.5, 6).



12

Рис 4 Схема определения количества ВВ, поступающих в окружающую среду при эксплуатации автотранспортных средств в расчете на 1 км пробега в различные периоды времени

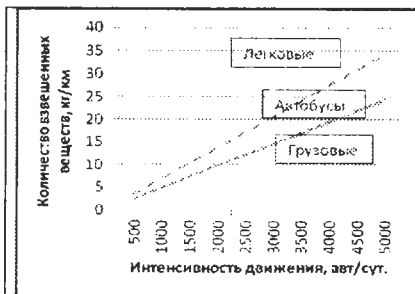


Рис. 5 Зависимость количества взвешенных веществ, поступающих в окружающую среду при различной интенсивности движения АТС на участке длиной 1 км (кг/км·сутки)

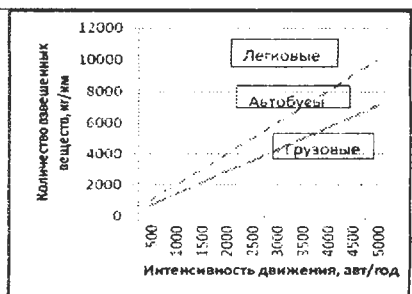


Рис. 6 Зависимость количества взвешенных веществ, поступающих в окружающую среду при различной интенсивности движения АТС на участке длиной 1 км (кг/км·год)

**3. Геоэкозащитные решения при строительстве ДТК урбанизированной территории включают: мероприятия, направленные на уменьшение образования взвешенных веществ в источнике; мероприятия, направленные на уменьшение количества взвешенных веществ на пути их распространения; мероприятия, направленные на предотвращение (предупреждение) формирования взвешенных веществ вторичного пылеобразования.**

Проведенные нами исследования позволили предложить геоэкозащитные решения для урбанизированных территорий на основе использования методики оценки ДТК как дополнительного источника загрязнения окружающей среды взвешенными веществами (рис.7).

**Мероприятия, направленные на уменьшение образования взвешенных веществ в источнике.** Для покрытия дорог г. Санкт-Петербурга необходимо использовать асфальтобетон с усовершенствованными свойствами (увеличение плотности используемого в дорожном строительстве асфальтобетона), либо замена асфальта, как материала дорожного покрытия, на более устойчивый к истиранию материал (например, бетон), устройство бетонных полос наката в местах наибольшего истирания по ширине дорожного полотна. В качестве предупредительных мероприятий предложено устройство покрытий из материалов, обработанных вяжущими, и контроль качества используемого битумного или иного вяжущего; поверхностная обработка слоев износа обеспыливающими материалами; подбор гранулометрического типа и состава асфальтобетонной смеси в зависимости от интенсивности движения АТС; обеспечение качества уплотнения асфальтобетона в покрытии: соблюдение требований к температуре нагрева асфальтобетона в покрытии реальной дороги.

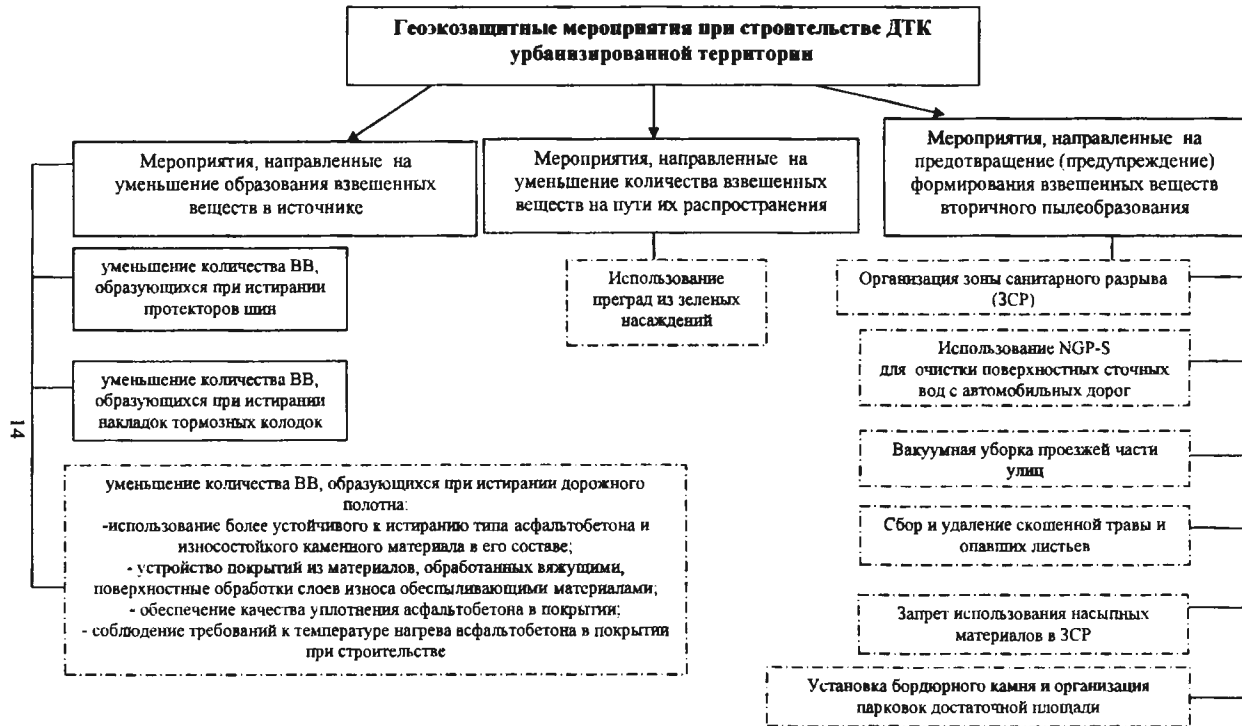


Рис. 7 Геоэкозащитные мероприятия при строительстве ДТК урбанизированной территории

**Мероприятия, направленные на уменьшение количества взвешенных веществ на пути их распространения.** Рекомендовано учитывать количество веществ, выбрасываемых на определенном участке автомобильной дороги, перенос примеси в атмосфере (расстояние от дороги и высоту), а также интенсивность оседания их на почву вдоль автомобильной дороги. По разработанной методике был произведен поэтапный расчет для модельной улицы – ш. Революции. Определено суммарное количество ВВ, поступающих в ОС на участке дороги 1 км в различные временные периоды. Установлено, что в течение года в ОС на участке длиной 1 км. в виде ВВ поступает более 15 тонн токсичных компонентов.

Использование программных комплексов «Zone» и «Эколог» позволило рассчитать диффузию ВВ в атмосфере, а также интенсивность оседания их на почву вдоль автомобильной дороги (рис.8).

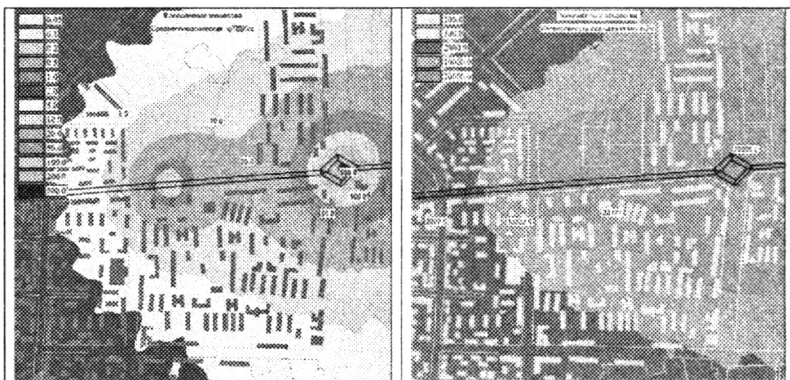


Рис. 8 Загрязнение модельного участка ш. Революции с учетом среднегодового количества взвешенных веществ, образующихся в результате эксплуатации ДТК

Результаты проведенных расчетов полей рассеивания позволили установить зависимость изменения концентрации ВВ и соединений металлов на различном удалении от проезжей части и, как следствие, интенсивности осаднения на почву от интенсивности движения АТС (рис. 9). Таким образом, зона санитарного разрыва от автомобильной дороги может быть определена в зависимости от интенсивности потока АТС. Для сокращения зоны санитарного разрыва необходима организация преград из

зеленых насаждений, которые будут служить естественным барьером на пути рассеивающихся от проезжей части загрязнений (табл.3).

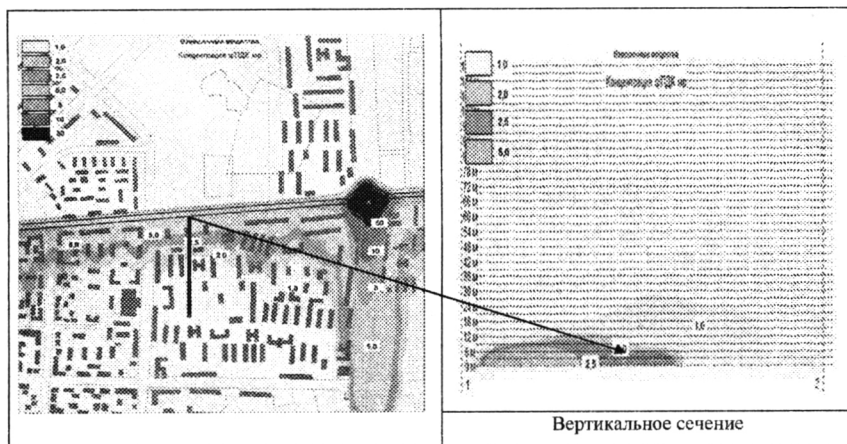


Рис. 9. Поле загрязнения атмосферы примесью «Взвешенные вещества» от истирания шин, тормозных механизмов и дорожного покрытия АТС, движущимися по шоссе Революции (площадные источники)

Таблица 3.Рекомендуемые условия посадки зеленых насаждений в зависимости от интенсивности движения АТС

Интенсивность движения АТС	Расстояние от проезжей части		
	0,5-1,5 м	1,6-5,0	5,5 и более
До 1000	Один ряд кустарника высотой 1,2 м	-	-
1001- 2000	Один ряд кустарника высотой 1,2 м	Один ряд кустарника высотой не менее 3,0 м	-
2001 и более	Один ряд кустарника высотой 1,2 м	Один ряд кустарника высотой не менее 3,0 м	Один ряд деревьев высотой не менее 6 м

**Мероприятия, направленные на предотвращение (предупреждение) формирования взвешенных веществ вторичного пылеобразования.** ДТК становится источником вторичного пылеобразования, когда ВВ, образовавшиеся в результате первичного пылеобразования, продолжают подвергаться деструкции под колесами автомобилей. Для предупреждения формирования ВВ вторичного

пылеобразования предлагается использование следующих геоэкозащитных мероприятий.

Весь объем поверхностного стока с проезжей части отводить в очистные сооружения. В качестве перспективных моделей рекомендуются NGP-S фирмы «СТРОЙ-АКТИВ», которые включают в себя очистку стоков от взвешенных частиц с дальнейшей очисткой от нефтепродуктов и соединений тяжелых металлов.

Производить своевременную очистку проезжей части улицы современной вакуумной уборочной техникой, обеспечивающей фильтрацию мелких взвешенных частиц, дополнительный полив улиц в весенне-летний период.

Обязательна своевременная уборка и вывоз опавшей листвы и скошенной травы, которые за вегетационный период аккумулировали вредные вещества, так как тяжелые металлы, накопленные в них, проникают в почву и сокращают срок жизни деревьев и кустарников, а также вызывают ослабление их устойчивости к болезням и вредителям. При продолжении роста нового газона он будет выполнять работу по фильтрации загрязненной почвы.

Тротуары и пешеходные дорожки в нормативной зоне санитарного разрыва обязательно должны быть покрыты асфальтом или тротуарной плиткой. В ЗСР не допускается строительство пешеходных проходов, покрытых сыпучими материалами, т.к. они аккумулируют продукты истирания, поступающие с проезжей части, и служат источником вторичного пылеобразования.

Для предотвращения въезда паркующихся автотранспортных средств на территорию газонов необходима установка бордюрного камня высотой не менее 0,3 м, который обеспечит механическое препятствие на пути движения АТС. Организовывать стоянки автомобилей и техники только в специально отведенных для этого местах в соответствии с проектом благоустройства территории.

Рациональная организация мест хранения автотранспорта в первую очередь подразумевает выделение для них достаточной площади. Произведенные расчеты показали, что на каждые 75 м<sup>2</sup> жилой площади должно оборудоваться 25 м<sup>2</sup> для хранения автотранспорта. При высокоэтажной застройке (более 12 этажей) площадь, необходимая для оборудования мест хранения автотранспорта, должна составлять 25-35 % общей площади микрорайона. Для предотвращения создания несанкционированных парковок на проходах, газонах, детских и спортивных площадках необходимо предусматривать варианты под- и надземного хранения АТС. Участки, выделенные для наземных гостевых парковок, должны быть покрыты асфальтом и оборудованы очистными сооружениями ливневых стоков.

**Эколого-экономическое обоснование соблюдения градостроительных норм.** Здоровье населения можно использовать как один из основных критериев оценки эффективности соблюдения градостроительных норм и геоэкозащитных мероприятий. Расчет предотвращенного ущерба по показателям заболеваемости населения проведен по формуле:

$$Y_{\text{заб}} = \sum_{i=1}^n N_i \sum_{j=1}^m (A_p t_p - A_n t_n) C + Z$$

где  $Y_{\text{заб}}$  – предотвращенный ущерб,  $i$  – возрастная группа населения,  $j$  – нозологическая группа болезни,  $N_i$  – численность населения  $i$  возрастной группы,  $A_p$  и  $A_n$  – число случаев болезни на 1000 человек соответствующей группы населения в настоящее время и на прогнозируемый период,  $t_p$  и  $t_n$  – продолжительность болезни в настоящий и на прогнозируемый период,  $C$  – издержки болезни: потери общества в течение одного дня в связи с заболеванием одного человека, выплата пособий по временной нетрудоспособности,  $Z$  – затраты на оказание медицинской помощи.

По результатам выполненных расчетов суммарная величина предотвращенного экономического ущерба по показателям заболеваемости индикаторной группы населения составит 8 054 тыс. руб. в год на 1000 населения, проживающего вдоль автомобильной дороги.

#### **Основные результаты выполненных исследований:**

1. Анализ существующих методов оценки влияния ДТК на экологическую ситуацию урбанизированных территорий показал, что ДТК следует рассматривать в качестве источника эмиссии в ОС сложной смеси химических соединений в виде взвешенных частиц. В настоящее время существуют методы количественной характеристики эксплуатационных свойств дорожного полотна, накладок тормозных колодок и протекторов шин, однако в арсенале экологов отсутствуют методы количественной пространственно-временной характеристики ВВ, поступающих в ОС при эксплуатации ДТК, что затрудняет разработку и реализацию геоэкозащитных мероприятий на этапе проектирования и строительства ДТК урбанизированных территорий.

2. Анализ существующих методов оценки влияния АТС на экологическую ситуацию урбанизированных территорий показал, что в нормативной документации отсутствует обоснование необходимости учета ВВ, поступающих в окружающую среду в результате эксплуатации ДТК. В настоящее время существуют методы расчета рассеивания примеси (взвешенные вещества) в атмосфере, однако отсутствует метод определения количественной пространственно-временной характеристики взвешенных веществ, поступающих в окружающую среду при

эксплуатации ДТК. Разработанный метод количественной оценки ВВ, поступающих в окружающую среду урбанизированной территории при истирании протекторов шин автотранспортных средств, позволил установить, что для АТС, эксплуатирующихся в климатических условиях, характерных для города Санкт-Петербурга, количество ВВ, поступающих в ОС в результате истирания рисунка протектора колес, для легковых автомобилей составляет 4,88 кг/год, для грузовых - 68,22 кг/год, для автобусов - 67,79 кг/год.

3. Разработанная схема определения количества ВВ, поступающих в окружающую среду в единицу времени (час, сутки, год) с участка дороги длиной 1 км с отличающимся составом АТС, позволяет создавать модели улиц как линейных источников первичного пылеобразования при истирании протекторов шин, накладок тормозных колодок автотранспортных средств и дорожного полотна при различной интенсивности движения транспорта.

4. Проведенные исследования химического состава проб почвы и атмосферного воздуха позволили оценить уровень загрязнения почвы (по показателю  $Z_c$ ) вдоль автомагистрали со средней интенсивностью движения автомобильного транспорта, характерной для г. Санкт-Петербурга, как «опасный», уровень загрязнения атмосферного воздуха (по показателю Р Пинигина) в этих районах - как «сильный». Величина зоны санитарного разрыва зависит от реализованных геоэкозащитных мероприятий.

5. Разработанные алгоритм и способ учета влияния ДТК на селитебные зоны позволили предложить геоэкозащитные решения при проектировании и строительстве на урбанизированной территории, направленные на снижение влияния ДТК, которые включают: мероприятия, направленные на снижение интенсивности загрязнения почвы вдоль ДТК за счет уменьшения образования ВВ в источнике; мероприятия, направленные на снижение интенсивности загрязнения за счет уменьшения количества ВВ на пути их распространения; мероприятия, направленные на снижение интенсивности загрязнения за счет предотвращения (предупреждения) формирования ВВ вторичного пылеобразования.

6. При реализации геоэкозащитных мероприятий, соблюдении размеров зон санитарного разрыва на урбанизированных территориях предотвращенный ущерб, рассчитанный по показателям общей заболеваемости населения, проживающего в районах вдоль действующих в настоящее время и строящихся автомобильных магистралей, составит 4,03 миллиарда рублей в ценах 2012 года, т.е. 7 % бюджетной программы государственных гарантий оказания бесплатной медицинской помощи в Санкт-Петербурге в год.

**Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:**

**Издания по списку ВАК РФ.**

1. Мингулова, И.Р. Влияние транспортной инфраструктуры города на состояние окружающей среды и здоровье населения / В.В.Боддина, А.В.Леванчук, И.И.Гайко // Журнал «Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Специальный выпуск «Безопасность. Технологии. Управление». Самарский научный центр академии наук», ISSN 1990-5378, выпуск 9.- Самара, 2008 г. - С.31-35.

2. Мингулова И.Р. Методическое обоснование оценки количества загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду мегаполиса при истирании протекторов шин и колесных тормозных механизмов / «Известия Петербургского университета путей сообщения», ISSN 1815-588X, выпуск 3.- Санкт-Петербург, ПГУПС, 2011 г. - С.197-202.

**Статьи в других изданиях.**

3. Мингулова И.Р. Использование ГИС технологий для обеспечения экологического благополучия населения / О.И.Копытенкова, Т.С.Литова, Л.А.Савватеева, С.Г.Вихров // Сборник докладов четырнадцатой международной научно-практической конференции «Человек и охрана природы». Литовский сельскохозяйственный университет.- «Академия», ISSN 1822-1823 -2008 г. - С.127-129

4. Мингулова И.Р. Влияние выбросов автомобильного транспорта на состояние окружающей среды г. Санкт-Петербурга / Л.А. Леванчук, А.В. Коведяев, К.И. Маенкова, Ю.А. Ларина, И.И.Лапсарь // Второй молодежный экологический конгресс «Северная Пальмира»: сборник научных трудов молодых специалистов, преподавателей и аспирантов 16-18 ноября 2010 г./ Учреждение Российской Академии наук Санкт-Петербургский научно-исследовательский Центр экологической безопасности РАН. –СПб: НИЦЭБ РАН,2010.-С. 33-39

5. Мингулова И.Р. Экологическая оценка атмосферного воздуха в районах с развитой транспортной инфраструктурой / О.И. Копытенкова, А.В. Леванчук // Материалы второй международной научно-практической конференции «Техносферная и экологическая безопасность на транспорте. ТЭБТРАНС-2010»- Санкт-Петербург, ПГУПС, 2010 г. - С.182-183

6. Мингулова И.Р. Ecological and hygienic features of ambient air in areas with developed transport infrastructure / О.И. Копытенкова, А.В. Леванчук // Euro-ECO. Hannover 2010. Internationaler Kongress Fachmesse. Ökologische, Technologische und Rechtliche Aspekte der Lebensversorgung. Programm Abstracts., ISBN 978-3-00-032886-2- Hannover, 2010 г.- С.53-54

7. Мингулова И.Р. Анализ факторов производственной среды при эксплуатации дорожно-транспортного комплекса / А.В. Леванчук, О.И. Копытенкова // Материалы X Всероссийского конгресса «Профессия и здоровье». Москва, 2011 г.- С. 284-285.

Подписано к печати  
Печать-ризография  
Тираж 100 экз.

21.03.2012 г.  
Бумага для множит. апп.

Печ.л.-1,25  
Формат 60x84 1/16  
Заказ № 273.



102