

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Приокский государственный университет»

На правах рукописи

Матюшин Денис Васильевич

**ИССЛЕДОВАНИЕ БИОСФЕРНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ
ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ
ТРАНСПОРНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

05.23.19 – Экологическая безопасность строительства
и городского хозяйства

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:
д.т.н., доц. Н.В. Бакаева

Орёл, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1 – СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БИОСФЕРНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНО- СТИ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.....	13
1.1 Система городского хозяйства и характеристика объектов транспортного строительства как его важнейшей функциональной составляющей.....	13
1.2 Анализ негативного воздействия объектов транспортного строительства на городскую среду.....	19
1.3 Концептуально-методологические подходы к обеспечению биосферной совместимости городской среды и экологической безопасности объектов город- ского транспортного строительства.....	29
Выводы по главе 1.....	44
ГЛАВА 2 – НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БИОСФЕРНОЙ СОВ- МЕСТИМОСТИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.....	46
2.1 Исходные предпосылки и гипотезы, принятые в работе.....	46
2.2 Критерий оценки экологической безопасности объектов транспортного строительства, характеризующий количественное ингредиентное загрязнение го- родской среды.....	50
2.3 Критерий оценки экологической безопасности объектов транспортного строительства, характеризующий акустическое загрязнение городской среды	56
2.4 Методика оценки состояния городской среды на основе интегрального показателя биосферной совместимости.....	63
Выводы по главе 2.....	70

ГЛАВА 3 – ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ БИОСФЕРНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.....	72
3.1 Программа исследования, планирование эксперимента и математическая обработка результатов измерений.....	72
3.2 Декомпозиция факторов экологической безопасности объектов городского транспортного строительства.....	84
3.3 Результаты обследования состояния объектов городского транспортного строительства (на примере улично-дорожной сети г. Орла).....	93
3.4 Численные исследования показателя биосферной совместимости городской среды, характеризующего ингредиентное загрязнение.....	96
3.5 Численные исследования показателя биосферной совместимости городской среды, характеризующего акустическое загрязнение.....	107
3.6 Апробация методики оценки биосферной совместимости городской среды от воздействия объектов городского транспортного строительства.....	115
Выводы по главе 3.....	123
ГЛАВА 4 – РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БИОСФЕРНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.....	125
4.1 Методика мониторинга состояния городской среды и рекомендации по обеспечению экологической безопасности объектов городского транспортного строительства на принципах биосферной совместимости.....	125
4.2 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению экологической безопасности объектов городского транспортного строительства.....	132
4.3 Мероприятия по экологической реконструкции территории, находящейся в зоне влияния объектов городского транспортного строительства.....	137
Выводы по главе.....	144
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	146
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	148

ПРИЛОЖЕНИЕ А Результаты обследования улично-дорожной сети г. Орла	166
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Численные исследования показателя биосферной совместимости, характеризующих состояние городской среды от воздействия объектов транспортного строительства г. Орла	184
ПРИЛОЖЕНИЕ В Акты и справки о внедрении результатов диссертационной работы	198

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В настоящее время вопросы обеспечения экологической безопасности важнейшей функциональной составляющей городского хозяйства – транспортной – нашли отражение в ряде теоретических концепций (например, устойчивого развития и императива приемлемого риска), методически завершенных расчетных аппаратах оценки (ОВОС и других) и алгоритмах защиты окружающей среды. Вместе с тем, мощное негативное воздействие, обусловленное объектами городского транспортного строительства, и превалирующее значение транспорта в формировании экологической обстановки в российских городах выдвигают эту проблему в ряд важнейших и требуют поиска новых путей ее решения. Ей посвящено большое количество исследований и публикаций, которые признают эту проблему насущной, а не отдаленной.

Современные экологические оценки уже не ограничиваются расчетом выбросов и определением концентрации примесей в атмосфере. В этой связи, в последние годы у нас в стране и за рубежом выполнен ряд исследований, основу которых составляют поиск альтернативных источников энергии двигателей транспортных средств, разработок рециклинга создаваемых отходов, путей снижения ингредиентного, акустического, теплового и параметрического воздействий, направленных на инновационные эколого-социо-экономические механизмы безопасного взаимодействия транспорта, человека и природы.

Проведенные исследования показали, что для решения рассматриваемой комплексной научной проблемы обеспечения экологической безопасности объектов городского транспортного строительства ставятся задачи, сочетающие в себе междисциплинарный подход, позволяющий всесторонне выявить экологические проблемы городского хозяйства. С этих позиций современным экологическим требованиям функционирования транспортных объектов наиболее полно удовлетворяют принципы парадигмы биосферной совместимости и биосферосовместимых технологий, реализация которых обеспечит прогрессивное гармоничное развитие человека в структуре города как неотъемлемой части природы.

Понимание необходимости разработки методологии исследований, математического аппарата и практических приложений по созданию биосферосовместимой (комфортной и безопасной) городской среды и одновременно обеспечению экологической безопасности объектов городского транспортного строительства на основе модели баланса биотехносферы предопределяет *актуальность* настоящего исследования.

В рамках новой парадигмы биосферной совместимости городов и поселений могут быть количественно определены экологически значимые показатели состояния биотехносферы региона, являющиеся функцией причинно-следственных связей между изъятием природных ресурсов, вбрасыванием отходов в окружающую среду и ухудшением здоровья населения городов.

Степень разработанности темы исследования. Интерес к изучению вопросов обеспечения экологической безопасности нашел свое отражение в многочисленных исследованиях научных школ России, США, Германии, Нидерландов, Канады, Евросоюза, а также российских и зарубежных авторов: Израэля Ю.А., Медоуз Д.Л., Вайцзеккера Э., Данилова-Данильяна В.И., Капицы П.Л., Осипова В.И., Реймерса Н.Ф., Ловинса Э., Ловинса Б., Недотко П.А., Малмыгина И.А., Ильичева В.А. и других.

В Российской Федерации принцип приоритета экологической безопасности положен в основу современных исследований РААСН, ЦНИИП градостроительства, МГСУ, МАДИ, ЮЗГУ, и таких ученых как Азаров В.Н., Алексашина В.В., Бакаева Н.В., Владимиров В.В., Гордон В.А., Городков А.В., Гутенев В.В., Колчунов В.И., Кононович Ю.В., Немчинов М.В., Слесарев М.Ю., Смоляр И.М., Сидоренко В.Ф., Теличенко В.И., Тетиор А.Н., Трофименко Ю.В., Хомич В.А., Щербина Е. В. и других.

Область исследования – принципы и подходы к обеспечению биосферной совместимости городской среды и экологической безопасности объектов транспортного строительства как важнейшей функциональной составляющей городского хозяйства.

Объект исследования – состояние биосферной совместимости городской среды, обусловленное негативным воздействием объектов транспортного строительства, как состояние экологического равновесия, комфорта и баланса средообразующих компонентов биотехносферы.

Предмет исследования – методики и критерии оценки состояния городской среды от воздействия объектов городского транспортного строительства.

Цель диссертационной работы – развитие научных основ создания комфортной и безопасной городской среды и обеспечения экологической безопасности объектов городского транспортного строительства на принципах совместимости с окружающей природной средой.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

- выполнить анализ современных концептуально-методологических подходов к созданию биосферосовместимой городской среды и обеспечению экологической безопасности объектов городского транспортного строительства;
- сформулировать и построить новые критерии оценки экологической безопасности объектов городского транспортного строительства на основе модели баланса био- и техносферы;
- произвести декомпозицию факторов обеспечения экологической безопасности объектов городского транспортного строительства с учетом многофакторности антропогенных и техногенных характеристик и дать обоснование основных направлений экспериментальных исследований состояния городской среды от воздействия транспортных объектов;
- выполнить экспериментальные и численные исследования ингредиентного и акустического загрязнения городской среды от воздействия объектов городского транспортного строительства (на примере г. Орла) на основе показателей биосферной совместимости;
- разработать и апробировать методику оценки биосферной совместимости городской среды от воздействия техногенных объектов и дать практические рекомендации по обеспечению экологической безопасности объектов городского транспортного строительства.

Научная новизна заключается в создании теоретико-методологического инструментария обеспечения биосферной совместимости городской среды и экологической безопасности объектов городского транспортного строительства на принципах экологического равновесия и баланса биотехносферы, и определяется следующими результатами:

- сформулирован научный подход к оценке устойчивости городской среды на основе сопоставления степени техногенной нагрузки от воздействия транспортных объектов и экологического потенциала территории;

- предложены критерии оценки экологической безопасности объектов городского транспортного строительства, характеризующие ингредиентное и акустическое загрязнение природной среды на основе модели баланса био- и техносферы;

- выполнена декомпозиция факторов обеспечения экологической безопасности объектов городского транспортного строительства на основе сопоставления отдельных количественных показателей внутреннего и внешнего направлений в деятельности города, характеризующих экологическое равновесие территорий;

- разработана методика оценки состояния городской среды от воздействия объектов транспортного строительства, базирующаяся на интегральном показателе биосферной совместимости и позволяющая комплексно учитывать факторы негативного техногенного воздействия и их синергетический эффект с учетом сложившейся экологической ситуации и классов экологической опасности техногенных объектов;

- предложен алгоритм обеспечения экологической безопасности объектов городского транспортного строительства, базирующийся на последовательной реализации принципов биосферной совместимости, и сочетающий в себе иерархию динамики экологических состояний и ситуаций городской среды в зависимости от класса опасности транспортных объектов.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- результаты анализа методов и подходов к созданию биосферосовместимой городской среды и обеспечению экологической безопасности объектов городского транспортного строительства;
- результаты натурных наблюдений пофакторного (ингредиентного и акустического) воздействия объектов городского транспортного строительства на городскую среду;
- результаты численных исследований показателей биосферной совместимости урбанизированных территорий, находящихся в зоне воздействия объектов городского транспортного строительства;
- методика интегральной оценки биосферной совместимости городской среды на основе отдельных показателей, характеризующих ингредиентное и акустическое загрязнение;
- рекомендации по экологической реконструкции урбанизированной территории и обеспечению экологической безопасности объектов городского транспортного строительства на основе биосферосовместимых технологий.

Теоретическая значимость работы заключается в развитии концептуально-методических подходов к созданию биосферосовместимой городской среды и совершенствованию методов оценки экологической безопасности объектов городского транспортного строительства с использованием в качестве интегрального критерия оценки показателя биосферной совместимости.

Практическая значимость полученных результатов заключается в:

- применении разработанной методики мониторинга при комплексной оценке состояния городской среды от негативного техногенного воздействия объектов транспортного строительства и получении информации одновременно по трем составляющим окружающей среды: природной, социальной и технической;
- разработке предложений по экологической реконструкции урбанизированных территорий и комплекса конструктивно-технических, организационно-адми-

нистративных и планировочно-градостроительных мероприятий по защите городской среды от негативного воздействия объектов городского транспортного строительства;

– использовании предлагаемых количественных критериев оценки экологической безопасности объектов городского транспортного строительства в качестве нормируемых показателей биосферосовместимой (комфортной и безопасной) городской среды.

Методология и методы исследования. В качестве методологической основы использовалась концепция биосферной совместимости городов и поселений, разработанная Российской академией архитектуры и строительных наук (под руководством академика В.А. Ильичева).

При проведении экспериментальных исследований и обработке полученных результатов использовались методы теории вероятностей, математической статистики, эконометрики. Эмпирическую базу исследований составили данные, полученные при непосредственном участии автора в ходе мониторинга состояния объектов городского транспортного строительства, официальные данные Федеральной службы государственной статистики РФ. При проведении теоретических исследований использовался аналитический метод экспертных оценок, системный анализ на основе программно-целевого подхода и другие методы.

Достоверность и обоснованность научных положений и выводов обеспечена применением основ теоретического анализа в области экологической безопасности строительства и городского хозяйства, теоретически обоснованных методов оценки экологического состояния городской среды, применением современных методов экспериментальных исследований, большим объёмом репрезентативных экспериментальных данных, проведением статистической обработки данных и сопоставление экспериментальных результатов исследований с материалами аккредитованной лаборатории Орловского ЦГМС.

Апробация работы. Результаты работы докладывались на всероссийских и международных конференциях и семинарах различных уровней: научно-практических конференциях «Неделя науки» (г. Орел, ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-

УНПК», 2012-2015 гг.); IV Академических чтениях «Актуальные вопросы строительной физики: энергосбережение, надежность, экологическая безопасность», посвященных памяти академика РААСН Г.Л. Осипова (г. Москва, 3-5 июля 2012 г.); Международной научно-практической конференции «Биосферносовместимые города и поселения» (г. Брянск, БГИТА, 11-13 декабря 2012 г.); Международной научно-практической конференции «Архитектура, градостроительство, историко-культурная и экологическая среда городов центральной России, Украины и Беларуси» (г. Брянск, БГИТА, 12-13 марта 2014 г.); VII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и научно-технический прогресс» (г. Губкин, Губкинский филиал БГТУ им. В.Г. Шухова, 10 апреля 2014 г.); III Международной научно-практической конференции «Строительство и восстановление искусственных сооружений» (г. Гомель, БелГУТ, 24-25 апреля 2014 г.); круглом столе «Теории расчета конструктивных систем зданий и сооружений» (г. Курск, ЮЗГУ, 15 сентября 2014 г.); Всероссийской научной конференции «Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации» (г. Воронеж, Воронежский ГАСУ, 18-20 ноября 2014 г.); IV Международной научно-практической конференции «Строительство и восстановление искусственных сооружений» (г. Гомель, БелГУТ, 16-17 апреля 2015 г.); международном научном семинаре «Перспективы развития программных комплексов для расчета несущих систем зданий и сооружений» (г. Курск, ЮЗГУ, 17-18 сентября 2015 г.); 4-ой Международной научно-практической конференции «Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах» (г. Брянск, БГИТУ, 1-2 декабря 2015 г.).

Реализация результатов работы. Материалы исследований использовались при выполнении следующих НИР:

– «Моделирование и прогнозирование экологической безопасности территорий на основе ИКТ систем» в рамках государственного задания Минобрнауки России в 2012-2013 гг., № госрегистрации 7.2285.2011;

– «Создание теоретико-методологического инструментария обеспечения

безопасности и комфортности среды жизнедеятельности человека на основе математических методов моделирования и систем управления биосферосовместимыми природо-социо-техническими структурами» в рамках фундаментальных научных исследований Российской академии архитектуры и строительных наук на 2013-2015 гг., № госрегистрации 114071740044;

– «Моделирование и исследование закономерностей динамики развития природно-техногенных систем биосферосовместимых урбанизированных территорий» в рамках фундаментальных научных исследований Российской академии архитектуры и строительных наук на 2013-2015 гг., № госрегистрации 114071740045;

– «Математическое моделирование и прогнозирование состояний и процессов комплексной безопасности городской среды» в рамках НИР № 2014/264.283 по государственному заданию Минобрнауки России, № госрегистрации 114042340014.

Результаты работы внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО «Приокский государственный университет», ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет».

Публикации. По теме представленных в работе исследований опубликовано 16 научных работ, в том числе 7 статей в журналах, входящих в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения. Работа изложена на 200 страницах, из них 163 основного текста, содержит 29 рисунков, 7 таблиц, список использованной литературы из 170 наименования и 3 приложения.

ГЛАВА 1 – СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БИОСФЕРНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

1.1 Система городского хозяйства и характеристика объектов транспортного строительства как его важнейшей функциональной составляющей

Главной формой расселения людей в современном мире становятся города. Россия не является исключением, и 73,7% ее населения проживает в городах и поселках городского типа [1]. Это приводит к формированию двух противоречивых тенденций. С одной стороны, крупные города становятся причиной и следствием экономического роста, но с другой стороны, урбанизация, достигшая уровня свыше 50% и продолжающая свой рост, уже стала причиной многих проблем экологического, экономического и социального характера, и в будущем будет только усугублять их. Современные мегаполисы переживают серьезный социально-экономический кризис, а проблема экологической безопасности становится наиболее значительной.

Актуальной задачей обеспечения экологической безопасности городской среды является переход к устойчивому развитию, которое должно обеспечить комфортную и безопасную среду жизнедеятельности с целью полного удовлетворения потребностей жителей и повышения качества жизни.

Развитие хозяйственной деятельности города влечет за собой увеличение автотранспортной системы (АТС), которая является частью системы жизнеобеспечения городского хозяйства и включает в себя: автотранспортные средства, автотранспортную инфраструктуру (улично-дорожную сеть, искусственные инженерные сооружения и предприятия сферы транспортного обслуживания) и автотранспортные предприятия (рисунок 1.1). АТС имеет инфраструктурное значение при формировании урбанизированной территории и вместе с другими системами городского хозяйства создает необходимые условия для эффективного взаимодействия и работы всех отраслей экономики.



Рисунок 1.1 – Объекты городского транспортного строительства в структуре автотранспортной системы города

Но кроме значительного вклада в реализацию функций города автотранспортная система является источником мощного негативного воздействия на природную среду, наиболее ощутимую долю которого вносят *объекты городского транспортного строительства (ОГТС)*. Транспортное строительство является основополагающим при развитии городов с большой численностью населения, подразумевая возведение сооружений и сопутствующей инфраструктуры, связанной со сферой транспорта, и в городских условиях включает в себя наземный и подземный транспорт, а также большое количество объектов – улично-дорожную сеть, мосты, путепроводы и другие инженерные сооружения. Поэтому для исследования были выбраны именно ОГТС как важнейшая функциональная составляющая системы жизнеобеспечения городского хозяйства, но которые вносят наибольший вклад в загрязнение природной среды ввиду динамики и мощности их воздействия.

Основным структурным элементом транспортного строительства и автотранспортной системы города в целом является *улично-дорожная сеть (УДС)* с движущимися по ней *автотранспортными средствами (АТ)*. В структуре жизнеобеспечения города именно автотранспорт занимает главное место – выполняет большой объем перевозок пассажиров и грузов, участвует в процессе местного производства, обеспечивая доставку сырья и готовой продукции внутри региона и за его пределы [2].

Оснащенность населения города автотранспортными средствами отражает процесс автомобилизации. К началу 2014 года уровень автомобилизации населения России достиг в среднем 257 автомобилей на тысячу жителей. Лидерами по обеспеченности россиян автомобилями стали Дальневосточный (326 автомобилей на 1 тыс. человек), Северо-Западный (280) и Центральный (278) федеральные округа. По оценкам [3] среди регионов ведущие места по уровню автомобилизации заняли Приморский и Камчатский края, Калужская, Московская и Калининградская области (рисунок 1.2), а среди городов – Владивосток (556 автомобилей на 1000 жителей), Сургут, Красноярск и Тюмень (360 автомобилей на 1000 жителей).

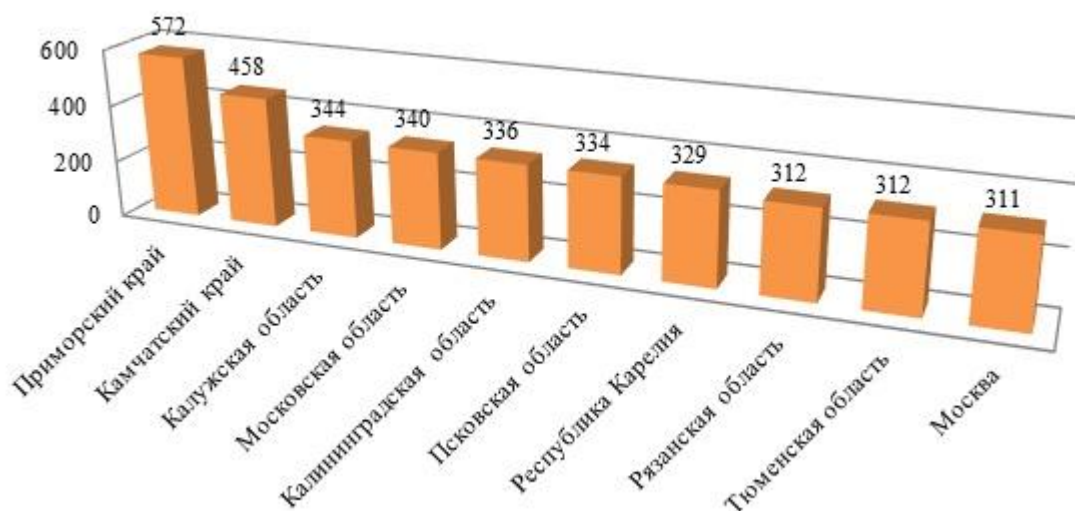


Рисунок 1.2 – Ведущие регионы по обеспеченности автомобилями на 1000 жителей

С каждым годом увеличивается количество личных автомобилей и автотранспортных средств других форм собственности, и в целом парк автомобильного транспорта в Российской Федерации к началу 2015 года приблизился к 56 млн. ед. (из них более 50 млн. ед. – личные автомобили [4]), и его рост составляет 6-8% в год [5].

К негативным процессам автомобилизации в России можно отнести снижение эффективности городского общественного транспорта, перегруженность УДС центра городов, диспропорцию между темпами роста автотранспортных средств и транспортного строительства, что ведет к образованию регулярных и повсеместных нарушений нормального режима движения транспортных потоков и возникновению заторов, что напрямую влияет на экологическую ситуацию в городах.

Научные исследования Луканина В.Н., Трофименко Ю.В., Сарбаева В.И., Герраи В.Д., Донченко В.В. посвящены вопросам обеспечения экологической безопасности при эксплуатации автомобильного транспорта. В своих работах [6-13 и др.] авторы обращают внимание на оказываемое транспортом мощное негативное воздействие на природную среду, особенно на изменение уровня химического и физического загрязнения атмосферного воздуха, что в значительной мере определяет степень заболеваемости населения городов.

Кроме того, приходится констатировать факт, что в настоящее время темпы развития *автотранспортной инфраструктуры*, включающей в себя, помимо УДС, *искусственные инженерные сооружения*, необходимые для нормальной эксплуатации автомобильных дорог (путепроводы, мосты, эстакады и др.), отстают от темпов увеличения объемов перевозок автомобильным транспортом и развития дорожного движения. Так, например, в Москве ежегодный рост парка автотранспортных средств опережает темпы строительства и реконструкции дорожной сети более чем в 4 раза.

Кроме объектов городского транспортного строительства АТС города включает следующие элементы:

- *подсистему обслуживания*, которая охватывает организации по ремонту и содержанию автомобильных дорог и предприятия сервиса, предназначенные для оказания услуг по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей, организации отдыха водителей и т.д. (АЗС, СТО, автомойки, гаражи и стоянки, мотели);
- *автотранспортные предприятия*, основной задачей которых является перевозка людей и транспортировка грузов.

Актуальными на сегодняшний день можно считать исследования в области управления качеством транспортных услуг Муравкиной Е.В., Анурага, Латышева М.В., Божок Г.П. [14; 15]; а в области систем сервисного обслуживания исследования Клейнера Б.С., Луйк И.А., Напольского Г.М., Несвитского Я.И., Постолита А.В., Фастовцева Г.Ф. и других [16-18].

Вопросам проектирования мощности производственно-технической базы автотранспортных предприятий и технической эксплуатации автотранспортных средств посвящены работы Афанасьева Л.Л., Кузнецова Е.С., Болдина А.П., Говорущенко Н.Я., Крамаренко Г.В. и других [20].

При обосновании перспективных направлений развития автотранспортной системы важно обеспечить оценку ее состояния с учетом уже существующих разработок, уделяя при этом необходимое внимание сложной взаимосвязи социальных, экономических и экологических факторов. Наиболее известными работами в

этой области считаются труды Канторовича Л.В., Хачатурова Т.С., Лившица В.Н., Улицкого М.П., Миротина Л.Б., Якушкина И.М. и других [20].

Перечень ключевых проблем эффективного функционирования объектов городского транспортного строительства может включать следующее:

- состояние нормативно-правовой базы;
- увеличение потребности жителей города в перемещениях;
- увеличение интенсивности использования личного транспорта;
- недостаточное финансирование модернизации улично-дорожных сетей, искусственных инженерных сооружений и сопутствующей автотранспортной инфраструктуры;
- градостроительные и планировочные проблемы развития территории города и другие.

Теоретические и методологические обоснования и предпосылки основных направлений эффективного и безопасного функционирования транспортных систем городов и регионов выполнялись в различное время в научно-исследовательских и учебных институтах, проектных организациях: НИИАТе, МАДИ, КАДИ, ХАДИ, Гипроавторансе, БелНИТИАТе и других, а также сформированы инициативными научными исследованиями Лобанова Е.М., Сафронова Э.А. и других.

Однако, большое количество исследований было выполнено в дореформенный период, а значит они не отражают многообразия факторов рыночной среды и не учитывают текущие экономические условия.

На современном этапе транспортная составляющая градостроительной деятельности, влияя практически на все процессы жизнедеятельности человека, имеет сложную структуру и целый ряд особенностей, существенно отличающих ее от других городских подсистем. Вопросами транспортного планирования городов и оценки транспортной доступности занимаются ученые отделения градостроительства Российской академии архитектуры и строительных наук. Так, в работах Азаренковой З.В., Стрельникова А.И., Бочарова Ю.П. и других ученых элементы транспортной составляющей города рассматриваются как фактор организации структуры поселений и делимитации их границ [21-23].

На основании исследований таких ученых, как Бочаров Ю.П., Агасьянц А.А., Смоляр И.М., Гольц Г.А., Азаренкова З.В и др. [24-29] ЦНИИП градостроительства разработал рекомендации по модернизации транспортных систем городов, которые включают целый ряд целенаправленных действий на повышение степени планировочной упорядоченности, структуризации сети транспортных коммуникаций, приведение технического состояния магистральных улиц и дорог, внеуличных путей сообщения в соответствие с генеральной концепцией транспортного обслуживания населения и техническими возможностями современных транспортных средств. Модернизация АТС на базе предложенных рекомендаций позволит обеспечить защиту селитебных и рекреационных территорий от выхлопных газов автомобилей и транспортного шума.

Таким образом, выполненный анализ особенностей функционирования объектов городского транспортного строительства позволяет сделать вывод о наличии ряда объективных причин, которые препятствуют безопасному функционированию этих объектов, и, соответственно прогрессивному развитию урбанизированных территорий.

1.2 Анализ негативного воздействия объектов транспортного строительства на городскую среду

В системе жизнеобеспечения городского хозяйства развитие транспортной инфраструктуры и объектов городского транспортного строительства, растущее число автомобилей на дорогах и сопутствующее увеличение стационарных объектов автотранспортного комплекса предопределило две тенденции. С одной стороны, современный уровень автомобилизации способствует удовлетворению социальных потребностей населения, а с другой стороны, с использованием автотранспортных средств и с функциональной деятельностью объектов автотранспортной инфраструктуры неразрывно связано увеличение масштаба негативного техногенного воздействия на природную среду. Направления воздействия, оказываемого на окружающую среду объектами городского транспортного строительства на всех этапах своего функционирования, представлены на рисунке 1.3.



Рисунок 1.3 – Направления воздействия ОГТС на городскую среду

Отрицательные последствия развития объектов городского транспортного строительства при воздействии на окружающую природную среду проявляются в потреблении значительного количества ресурсов, природного сырья, материалов и в загрязнении основных компонентов среды по следующим основным направлениям, сгруппированным по четырем типам воздействия: [8; 30; 31]:

- ингредиентное, включающее загрязнение окружающей среды токсичными выбросами в атмосферу, гидросферу и загрязнение почв, а также накопление отходов и мусора в процессе производства, ремонта и технического обслуживания автотранспортных средств, а также образующихся при строительстве, ремонте и текущем содержании улично-дорожной сети;

- параметрическое, связанное с непроизводительными потерями энергии, главным образом выбросы тепла, электромагнитные излучения, шум и вибрация, уровень которых непрерывно возрастает в городах. Для большей части жителей

шум от автомобильного транспорта является одним из главных источников постоянного звукового дискомфорта;

– механическое, представляющее собой прямое силовое воздействие, проявляющееся в разрушении дорожных конструкций и сооружений, повреждении или уничтожении транспортных средств, а также в непосредственном контакте транспортных средств с другими объектами (в т.ч. ДТП), влекущем за собой травмы и гибель людей;

– ландшафтное, связанное с отторжением значительных участков земли для строительства автомобильных дорог и сооружений объектов городского транспортного строительства, вырубкой зеленых насаждений, эрозией почв, осушением земель и т.д.

Во многих регионах Российской Федерации дальнейшее увеличение техногенного воздействия на городскую среду, в т.ч. и от объектов городского транспортного строительства, неизбежно приведет к возникновению катастрофических ситуаций не только локального, но и регионального масштабов [31]. Так, на совещании под председательством В.В. Путина «О комплексе мер, направленных на стабилизацию экологической обстановки в Российской Федерации» (30 марта 2011 года) были названы 179 регионов с неблагоприятной экологической ситуацией, что позволяет сделать вывод о необходимости безотлагательного принятия природоохранных мероприятий.

С целью определения степени влияния отдельных элементов автотранспортной системы на городскую среду выделим среди них стационарные и подвижные источники загрязнения.

Загрязнение городской среды стационарными источниками. К стационарным источникам загрязнения городской среды принято относить автотранспортные предприятия и предприятия дорожного хозяйства. Доля загрязнения атмосферного воздуха данными объектами незначительна и составляет от 5 до 15% от суммы выбросов всех объектов АТС, а в количественном отношении – свыше 5 млн. тонн

ежегодно. В составе выбросов зачастую присутствует большое количество аэрозолей, минеральной и органической пыли, а в выбросах асфальтобетонных заводов еще и канцерогенные вещества.

Кроме воздействия на воздушную среду процессы технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств связаны с образованием металлических, пластмассовых, резиновых отходов, загрязнением почв, водоемов, а также с большим водопотреблением.

В сточные воды с территорий транспортных предприятий попадает большое количество загрязняющих веществ, к которым относятся: нефтепродукты, жидкие токсичные вещества (кислоты, щелочи, ацетон, бензол, и др.), продукты износа шин и дорожного покрытия, остатки антиобледенительных и противогололедных реагентов и т.д.

Загрязнение городской среды подвижными источниками. Во многих крупных городах России, например, Москве, Санкт-Петербурге, Воронеже, Екатеринбурге, Белгороде, Туле, Орле и др., объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспортных средств значительно выше, чем от стационарных объектов АТС, и составляет 70-90 % суммарных выбросов [12].

При этом следует учитывать, что интенсивность загрязнения городской среды подвижными источниками непосредственно зависит от дорожных условий: транспортно-эксплуатационного состояния дорожного покрытия и организации дорожного движения (до 40%), а также от условий эксплуатации и технического состояния автотранспортных средств [32; 41]. От эксплуатационных характеристик улично-дорожной сети существенным образом зависят скорость и режимы движения транспорта, наиболее неблагоприятными из которых, с точки зрения токсического загрязнения, принято считать режимы разгона, замедления и холостого хода.

Особенности подвижных источников загрязнения городской среды проявляются:

– в рассредоточенности автотранспортных средств по территории города, которые создают в непосредственной близости к жилым районам общий повышенный фон загрязнения;

- в расположении источника загрязнения в непосредственной близости от земной поверхности, что приводит к скапливанию отработавших газов автомобилей в зоне дыхания людей;
- в быстрых темпах увеличения количества транспортных средств в сравнении с ростом числа стационарных источников автотранспортной системы;
- в более высокой токсичности выбросов и сложной технической реализации средств защиты на подвижных источниках [33].

Перечисленные особенности влияют на формирование обширных зон с устойчивым превышением санитарно-гигиенических нормативов загрязнения воздуха.

Наибольший объем выбросов автомобилей приходится на отработавшие газы, доля которых для отдельных вредных компонентов составляет 90-98%. Отработавшие газы ДВС содержат около 300 наименований загрязняющих веществ (поллютантов), находящихся в основном в газообразном состоянии с небольшим количеством взвешенных твердых частиц. Причем, первичные загрязнители в результате химических реакций преобразуются во вторичные, зачастую более опасные. По характеру воздействия на организм человека поллютанты можно разделить на нетоксичные и токсичные.

Основной вклад в суммарную токсичность отработавших газов карбюраторных двигателей вносят оксид углерода, оксиды азота, углеводороды, а дизельных – оксиды азота, углеводороды, оксиды серы и сажа [34].

Загрязняющие вещества в выбросах автотранспортных средств имеют различный токсикологический эффект. В связи с этим, поллютанты по химическому составу и свойствам, а также по характеру воздействия на организм человека можно разделить на несколько групп [30; 35-39].

Первая группа. В нее входят нетоксичные вещества: азот, кислород, водород, пары воды, диоксид углерода (CO_2) и другие естественные компоненты атмосферного воздуха. В настоящее время особого внимания заслуживает диоксид углерода, вносящий значительный вклад в «парниковый эффект», но содержание которого в отработавших газах не нормируется.

Вторая группа. К этой группе относят только оксид углерода (CO), обладающий выраженным отравляющим действием. Организм человека может получить отравление даже небольшой дозой, а при больших дозах (свыше 1%) – наступает потеря сознания и смерть. Данное вещество вступает в реакцию с гемоглобином крови и замещает кислород, чем нарушает окислительные процессы в организме.

Третья группа. Данная группа состоит из оксидов азота, главным образом оксида азота (NO) и диоксида азота (NO₂). Оксид азота в атмосферных условиях полностью превращается в диоксид азота, который считается еще более вредным для человеческого организма, чем оксиды углерода. Воздействие оксидов азота невозможно нейтрализовать. При контакте с влажной поверхностью диоксид азота образует азотную и азотистую кислоты, которые поражают ткани легких и раздражают слизистые оболочки [30; 40].

Четвертая группа. В эту группу входят различные углеводороды (C_xH_y), обладающие канцерогенным действием. В отработавших газах в результате неполного сгорания топлива в двигателе образуются углеводороды различных гомологических рядов (около 160 различных компонентов).

Данные вещества токсичны и оказывают воздействие на сердечно-сосудистую систему человека. Особой канцерогенной активностью отличается бенз-(а)-пирен (C₂₀H₁₂), способный накапливаться в организме до опасных концентраций, стимулируя образование злокачественных опухолей.

Также, углеводороды влияют на окружающую среду. В результате реакции с оксидами азота под действием ультрафиолетового излучения образуются фотооксиданты, являющиеся основой «смога».

Пятая группа. Еще одну группу образуют альдегиды (формальдегид, акролеин и уксусный альдегид), поражающие центральную нервную систему и раздражающие дыхательные пути и слизистые оболочки. Наибольшее количество альдегидов возникает в двигателе при невысоких температурах, характерных для режима холостого хода и малых нагрузок.

Шестая группа. В данную группу выделяют сажу и другие дисперсные частицы (продукты износа двигателей, аэрозоли, масла, нагар и др.). Сажа не представляет непосредственной опасности для здоровья человека, но является носителем канцерогенных углеводородов, адсорбирующихся на ее поверхности и сохраняющихся долгое время [30].

Также в отработавших газах содержится токсичная пыль, способная адсорбировать опасные химические вещества. Она воздействует на дыхательные пути человека, чем способствует увеличению инфекционных и аллергических заболеваний среди населения городов, а также уменьшает срок жизни городских зеленых насаждений.

Седьмая группа. Представляет собой сернистые соединения (сернистый ангидрид, сероводород), оказывающие раздражающее действие на слизистые оболочки горла, носа, глаз человека. Эти вещества могут привести к ослаблению окислительных процессов, нарушению белкового и углеводного обмена, а при высокой концентрации (свыше 0,01%) – к отравлению организма.

Химический состав выбросов автотранспортных средств зависит от вида топлива, технологии его производства, типа и технического состояния двигателя. Максимальная концентрация вредных загрязняющих веществ наблюдается в часы пик при неблагоприятных метеорологических условиях, особенно в районах плотной застройки высотных зданий, а определяющая доля (до 56%) выброса всех вредных веществ принадлежит грузовым автомобилям.

Согласно ряду научных исследований, 75% всех случаев заболевания связаны с неправильным отношением людей к своему здоровью и изменением окружающей среды под воздействием поллютантов, а около 30% заболеваний горожан непосредственно связаны с загрязненностью воздуха выхлопными газами [35-39]. Изменение здоровья является важнейшим показателем экологического состояния города, а также социально-экономическим показателем.

Наиболее заметна связь между неблагоприятными последствиями загрязнения городской среды при сравнении здоровья горожан и жителей сельской местно-

сти [42]. В большей степени, на здоровье населения влияет загрязнение атмосферного воздуха, о чем свидетельствуют существенные различия в заболеваемости населения в отдельных районах одного и того же города [43].

К болезням, вызванным загрязнением воздуха объектами городского транспортного строительства по данным [35-38] относятся:

- болезни сердечно-сосудистой системы;
- болезни органов дыхания;
- болезни органов пищеварения.

Некоторые из вредных последствий от воздействия ОГТС очевидны и проявляются сразу, в результате чего легко установить конкретные источники. Другие последствия проявляются через некоторое время, что затрудняет определение доли ответственности объекта, вызвавшего это негативное явление. В ряде же случаев связь ухудшения здоровья с воздействием ОГТС установить либо очень трудно, либо вообще не представляется возможным в силу недостаточных научных представлений о механизме явления.

Экологическая обстановка в стране значительно снижает качество человеческого ресурса, ведет к депопуляции, сопровождается старением и инвалидизацией населения. Инвалиды и пожилые (старше 60 лет), наряду с детьми дошкольного возраста и временно нетрудоспособными людьми относятся к маломобильным группам населения (МГН). Эта группа особо чувствительна к качеству окружающей среды, поскольку может осуществлять свою жизнедеятельность в ограниченном диапазоне относительно места проживания в силу малой мобильности. Поэтому, целью работы [44] являлось развитие технологий обеспечения экологически безопасной и доступной городской среды на основе создания системы количественных показателей оценки функций жизнеобеспечения города для МГН. На базе анализа статистических данных проведен корреляционно-регрессионный анализ зависимости численности инвалидов различных категорий от ряда факторов социо-экологической природы и дан краткосрочный прогноз роста численности инвалидов и нетрудоспособного населения.

Кроме воздействия на организм человека, токсичные вещества отработавших газов автомобильного транспорта и токсичные частицы оказывают значительное влияние и на другие компоненты природной среды города.

Так, свинец, никель, кобальт, хром, цинк, медь и другие вещества отработавших газов автотранспорта, а также токсичные частицы при ветровом переносе поступают на прилегающие придорожные территории и приводят к деградации почв.

Неосевшие частицы техногенной пыли, с адсорбированными химическими элементами, и продукты выхлопных газов автотранспорта при выпадении дождей смываются с дорожного покрытия, крыш, поверхностей зданий и растительности и выносятся в водные объекты, тем самым загрязняя их.

Акустическое загрязнение городской среды. Физическое воздействие на воздушный бассейн, наряду с химическим, также является значимым при формировании неблагоприятной экологической ситуации на различных урбанизированных территориях, особенно в жилых районах крупных городов. По числу жалоб населения воздействие сверхнормативного шума занимает ведущее место и преимущественно вызывается объектами городского транспортного строительства – до 90 % шума [45; 46]. При этом именно автотранспортные средства оказывают наиболее сильное негативное влияние, так как они являются преобладающими источниками интенсивного и длительного шума.

В настоящее время уровни источников шума и ареалы их акустического воздействия на городскую среду постоянно возрастают, поэтому проблема снижения городских шумов весьма актуальна. Изучению этого негативного фактора посвящено большое количество научных работ [47-51]. Данными исследованиями установлено, что высокие уровни шумов мешают нормальному отдыху, трудовой деятельности людей и являются причиной многих заболеваний.

На современном этапе города насчитывают большое количество подвижных и стационарных источников шума, которые зачастую находятся в непосредственной близости от мест постоянного и временного пребывания населения, и как след-

стве, создают условия акустического дискомфорта более чем для половины городского населения, и число жителей, подверженных сверхнормативному воздействию шума, ежегодно возрастает не менее чем на 7%.

Характерной особенностью шума, создаваемого транспортными потоками, являются резкие колебания его уровня, обусловленные неоднородностью потока транспортных средств и изменением режима их движения (трогание с места, разгон, движение, торможение). Уровни звука в процессе дорожного движения изменяются быстро и значительно.

В настоящее время на территории крупных городов Российской Федерации уровни шума от объектов городского транспортного строительства составляют 65-80 дБА, а суммарный шум на центральных транспортных магистралях достигает 90 дБА и стоит почти круглосуточно. Согласно действующим нормативным документам [52; 53], на территориях, непосредственно прилегающих к жилым домам уровень звука не должен превышать 70 дБА, а это значит, что для обеспечения необходимых санитарно-гигиенических условий проживания необходимо снизить уровень шума на 15-25 дБА.

Защитой от шума занимались и занимаются большое количество зарубежных и отечественных учёных: Беранек Л., Крокер М., Хекл М., Маекава З, Куртце Г., Скучик Е., Заборов В.И., Никифоров А.С., Ковригин С.Д., Ляпунов В.Т., Мышинский Э.Л., Колесников А.Е., Ключкин И.И., Лямшев Л.М., Мясников Л.Л., Осипов Г.Л., Юдин Е.Я., Седов М.С., Бобылёв В.Н., Тартаковский Б.Д., Боголепов И.И., Борисов Л.А. и многие другие.

В настоящее время в нашей стране в области борьбы с шумом успешно работают научные школы НИИСФ РААСН, МАДИ, МГТУ им. Баумана, МГСУ и других, а также проводятся научные исследования Асмина В.Ф., Боголепова И.И., Бобровницкого Ю.И., Борисова Л.А., Бобылева В.Н., Буториной М.В., Васильева А.В., Дроздовой Л.Ф., Иванова Н.И., Ионова А.В., Изак Г.Д., Курцева Г.М., Комкина А.И., Куклина Д.А., Кирпичникова В.Ю., Кочнева А.П., Мунина А.Г., Месхи Б.Ч., Мининой Н.Н., Попкова В.И., Поболь О.Н., Поспелова П.И., Тюриной Н.В.,

Тольского В.Е., Терехова А.Л., Тупова В.Б., Устинова В.Ф., Цукерникова И.Е., Чукарина А.Н., Шубина И.Л., Щевьева Ю.П., Элькина Ю.И. и других.

1.3 Концептуально-методологические подходы к обеспечению биосферной совместимости городской среды и экологической безопасности объектов городского транспортного строительства

В начале XX века теоретическая и методологическая основа научного изучения взаимодействия общества и природы, а, следовательно, и основные идеи обеспечения экологической безопасности окружающей природной среды, были заложены фундаментальными исследованиями таких отечественных ученых как А.А. Богданов, В.И. Вернадский, К.Э. Циолковский, А.Л. Чижевский, Л.Н. Гумилев и других.

Согласно В.И. Вернадскому, человек преобразует биосферу в ноосферу как высшую ее стадию, в которой разум человека является главным фактором развития. Вернадский исходил из уверенности, что человечество сохранит экологическое равновесие на планете, встанет на путь бескризисного взаимодействия с природной средой [54].

Идеи В.И. Вернадского были продолжены его последователями. Так, К.Э. Циолоковский был основоположником теории о целостной гармонической системе, в которой решались проблемы устройства человеческого общества, что косвенно было связано с проблематикой экологической безопасности. Существенный вклад в разработку научных представлений о взаимодействии человека с окружающей средой внес А.Л. Чижевский. Большое значение для изучения взаимодействия общества и природы, и становления экологической безопасности общественной системы имеют труды такого исследователя как Л.Н. Гумилев.

Современные экологические концепции антропоцентризма и экоцентризма, которые базируются на основе определения пределов устойчивости экосистемы к антропогенному воздействию, представлены в работах Израэля Ю.А., Медоуз Д.,

Вайцеккера Э., Акимовой Т.А., Хаскина В.В., Ловинса Э., Вакернагеля М., Хокансона Л., Колесникова В.А., Величко С.В., Налетова А.Ю., Сербулова Ю.С., Никанорова А.М. и других ученых [55-58].

Согласно теории антропоцентризма, загрязнение окружающей среды рассматривается как обратимое изъятие какой-то ее части [59]. Экоцентризм же исходит из того, что поступление в экологическую среду новых нехарактерных физических, химических, биологических и информационных агентов или техногенное превышение уровня естественных факторов, приводит к негативным последствиям [60]. Этот принцип заставляет искать методы соизмерения естественных и искусственно созданных потенциалов планеты.

В конце XX века появились такие современные экологические концепции, как концепция устойчивого развития, экологического благополучия, экологической безопасности, эколого-ноосферных преобразований, урбоэкологическая концепция и другие.

На основе проведенных исследований были введены несколько фундаментальных понятий. Под состоянием экологического благополучия понимается такое состояние, при котором экосистема характеризуется нормальным воспроизведением ее основных звеньев. Соотношение между величиной отклонения системы от ее нормального состояния и величиной внешнего воздействия характеризует устойчивость экосистемы. Для измерения устойчивости необходимо знать, в каком состоянии находилась экосистема до начала воздействия, т.е. знать параметры ее нормального состояния.

До настоящего времени именно концепция устойчивого развития являлась основным концептуально-методологическим подходом к обеспечению экологической безопасности как междисциплинарное научное направление.

Таким образом, обеспечение экологической безопасности требует комплексного междисциплинарного подхода к решению проблем устойчивого развития населенных пунктов и территорий, состояний защищенности природной среды и интересов человека от негативных воздействий строительных объектов, системной интеграции и кооперации исследований ученых и усилий разных специалистов.

Благодаря научным работам целого ряда отечественных и зарубежных ученых: Данилова-Данильяна В.И., Медоуза Д., Ловинса Э., Вайцзеккера Э., Капицы П.Л., Павлова И.П., Осипова В.И., Реймерса Н.Ф., Ловинса Б., Ильичева В.А. и других сформировалась концепция современного знания о биосфере.

Решению современных проблем экологии городской среды посвящены труды таких исследователей как Тетиор А.Н., Гутенев В.В., Азаров В.Н., Хомич В.А., Теличенко В.И., Алексашина В.В., Владимиров В.В., Колчунов В.И., Бакаева Н.В., Гордон В.А., Городков А.В., Бочаров Ю.П., Графкина М.В., Истомин Б.С., Кононович Ю.В., Немчинов М.В., Потапов А.Д., Трофименко Ю.В., Сдобнов Ю.А., Слесарев М.Ю., Щербина Е.В., Смоляр И.М., Сидоренко В.Ф., Хоружая Т.А., Чистякова С.Б., Шмаль А.Г., Ветрова Н.М. и других.

Основная масса научных исследований базируются на традиционных методах экологической защиты, не всегда носят междисциплинарный и системный характер, и чаще всего, посвящены, решению отдельных локальных вопросов защиты окружающей природной среды от источников негативного антропогенного и техногенного воздействия, в т.ч. и от объектов городского транспортного строительства.

В настоящее время обеспечение заданного уровня экологической безопасности объектов городского транспортного строительства реализуется соблюдением требований целого ряда действующих правовых и нормативных документов. В основе этих документов лежит концепция нормирования загрязняющих веществ и мониторинга окружающей среды, основанная на сравнении концентраций поллютантов в различных объектах экосистемы (атмосферном воздухе, водной среде, почве) и выбросах от предприятий и от двигателей внутреннего сгорания с предельно допустимыми концентрациями (ПДК).

Основные критерии обеспечения экологической безопасности, которые легли в основу данной концепции, были сформулированы профессором Рязановым В.А. еще в 1949 г. [61]:

1 Допустимой может быть только такая концентрация того или иного вещества в атмосферном воздухе, которая не оказывает на человека прямого или косвенного вредного или неприятного воздействия, не снижает его работоспособности и настроения.

2 Привыкание к вредным веществам должно рассматриваться как неблагоприятный момент и доказательство недопустимости такой концентрации.

3 Недопустимыми являются такие концентрации атмосферных загрязнений, которые неблагоприятно влияют на растительность, климат местности, прозрачность атмосферы, бытовые условия жизни населения.

Уровень экологической безопасности объекта городского транспортного строительства характеризуется отклонением значений количественных параметров его воздействия на окружающую среду от нормативных. При оценке устанавливается частота и кратность превышения ПДК по каждому поллютанту с учетом класса опасности объекта и суммации биологического действия загрязнений воздуха. Если в течение заданного периода времени значения количественных параметров для каждого рассматриваемого показателя воздействия на городскую среду меньше предельно допустимых или находятся в пределах фоновых значений, то экологическая безопасность ОГТС считается приемлемой или обеспеченной.

Во многих странах используются разные перечни вредных веществ, подлежащих регулированию, различаются и области их применения [64]. Так, например, в рамках Европейского союза подлежат регулированию выбросы 12 особо опасных вредных веществ, для которых установлены стандарты качества ЕС. Для остальных загрязняющих веществ страны-участницы могут устанавливать свои нормативы выбросов.

В нашей стране нормированию подлежит большое количество загрязняющих веществ (только для оценки качества воздуха их насчитывается более двух тысяч) и работы по разработке новых нормативных показателей продолжаются. Это приводит к выполнению большого объема работ по контролю выбросов поллютантов, зачастую не оказывающих существенного воздействия на окружающую среду, тем самым затрудняя концентрацию внимания на основных загрязнителях. Кроме того,

синергетический эффект от взаимодействия веществ многокомпонентных выбросов приводит к тому, что формы нахождения токсикантов в окружающей среде отличаются от форм, для которых были установлены нормативы, поэтому контроль за соблюдением регламентов по каждому отдельному ингредиенту становится неэффективным [62].

Развитие данного традиционно сложившегося для большинства стран мира концептуального подхода осуществляется, как правило, за счет ужесточения требований нормативно-правовой базы в области природоохранного законодательства. В связи с этим к настоящему времени установленные в Российской Федерации нормативы ПДК по качеству таких составляющих окружающей среды как вода, воздух, почва остаются одними их самых жестких в мире. В тоже время, приходится констатировать факт, что существующий уровень нормативных требований в России не имеет прямого действия на уровень экологической безопасности объектов городского транспортного строительства (рисунок 1.4).

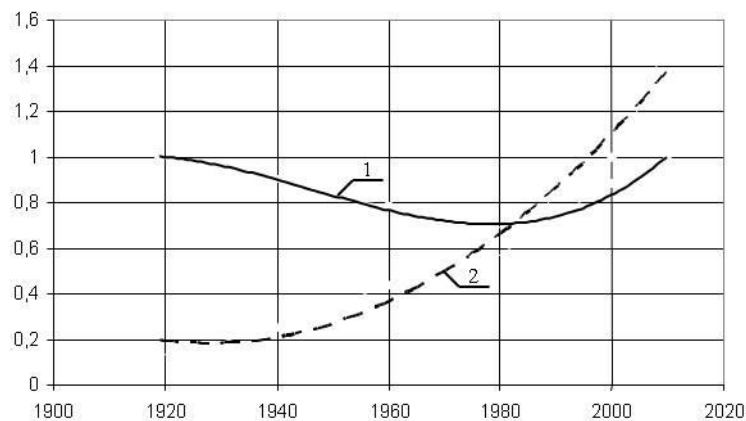


Рисунок 1.4 – Качественный анализ уровня загрязнения окружающей среды в относительных показателях: 1 – ПДК загрязняющих веществ, 2 – объем выбросов

Кроме того, следует различать пути обеспечения экологической безопасности стационарных объектов автотранспортной системы (организаций сферы обслуживания и автотранспортных предприятий) и автотранспортных средств как важнейшего элемента, входящего в состав объекта транспортного строительства.

Обеспечение экологической безопасности стационарных объектов. Существует два основных подхода к решению проблемы обеспечения экологической безопасности стационарных объектов АТС [63].

Первый направлен на ограничение параметров выбросов конкретного источника загрязняющих веществ в атмосферу (например, установление предельных значений выбросов), но не определяет четкой взаимосвязи с экологическими последствиями воздействия выбросов. Данный подход используется странами Западной Европы в рамках национальных экологических программ и международного сотрудничества. Так, в странах ЕС результаты нормирования выбросов загрязняющих веществ фиксируются в виде Разрешений на выброс, в которых указываются их предельные величины по отдельным загрязнителям и видам производственной деятельности, которые входят в Европейский регистр выбросов загрязняющих веществ и переноса загрязнителей [64; 65].

При втором подходе, получившем развитие в нашей стране, определяется необходимая степень снижения негативного воздействия выбросов на наиболее уязвимые составляющие экосистемы на основе фактической детальной оценки состояния окружающей среды в месте расположения конкретного источника. Количество снижения определяется исходя из данных о параметрах выбросов, используемых технологиях и применяемых защитных мероприятиях с учетом экологического фона, метеорологических и климатологических характеристиках рассеивания и переноса примесей в районе расположения источника [66-70]. При нормировании выбросов устанавливаются нормативы предельно допустимых (ПДВ) и временно согласованных (ВСВ) выбросов для каждого источника и предприятия в целом.

Для расчета приземных концентраций, а также вертикального распределения концентраций вредных веществ предназначена «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» [71]. Недостатком данной методики является низкая точность, т.к. при расчете значительный по площади регион задается одним поправочным коэффициентом, что

зачастую приводит к завышению полученных значений. Данная проблема была решена в работе [72] с использованием математических моделей на основе уравнения турбулентной диффузии. Автор разработал математическую модель переноса загрязнений в атмосфере города учитывающую особенности его застройки и метеорологические условия, и технологию определения коэффициентов турбулентной диффузии, необходимых для реализации модели. Это особенно важно при оценке влияния загрязняющих веществ на население, постоянно находящееся в зоне влияния объектов городского транспортного строительства.

На современном этапе необходимо осуществить переход предприятий автотранспортной системы города на применение малоотходных и безотходных технологий, так называемых наилучших доступных технологий (НДТ). Термин «наилучшие доступные технологии» (Best Available Techniques, BAT) появился в странах ЕС с принятием Директивы Совета Европы 96/61/ЕС о комплексном контроле и предотвращении загрязнений (IPPC). В отраслевых справочниках НДТ приведены показатели предельных величин выбросов (ПВВ). Новые объекты сразу должны соответствовать требованиям ПВВ, а существующие объекты должны разрабатывать план обеспечения соответствия НДТ. В процессе выдачи разрешений оценивается, как воздействуют выбросы конкретного объекта на атмосферный воздух, с использованием моделей рассеивания и переноса примесей.

Однако, опыт использования данного подхода зарубежными странами выявил один недостаток – отсутствие гарантии того, что выбранная совокупность мер обеспечит снижение ущерба экономически эффективным образом, т.е. при наименьших затратах будет получен наибольший экологический эффект.

Обеспечение экологической безопасности городской среды от воздействия автотранспортных средств. Большое количество исследований [73-75] связано с обеспечением экологической безопасности жилых территорий городов при загрязнении воздуха выхлопными газами автотранспорта.

В настоящее время расчеты выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами проводятся по [76]. По данной методике рассчитываются вы-

бросы всех нормируемых загрязняющих веществ, однако учитываются только пробеговые выбросы транспорта экологических классов Евро-0 ÷ Евро-3, оставляя без внимания современные транспортные средства высоких экологических классов Евро-4 и Евро-5, что требует соответствующей методической проработки. В работе [77] разработана методика расчета количества поллютантов от выбросов автотранспорта, учитывая использование более экологичных видов топлива (на примере сжиженного газа).

Исследователем [78] разработан метод расчета выбросов загрязнителей в атмосферный воздух от автотранспорта с учетом его возрастной структуры, среднегодовых пробегов различных категорий транспортных средств, площадей территорий, плотности населения, а также метод расчета максимальных выбросов поллютантов от автотранспортных потоков на улицах и перекрестках с учетом экологической классификации автомобилей.

Кроме определения количественного и качественного состава загрязняющих веществ в выбросах автотранспорта необходимо знать закономерности их рассеяния. Для расчета загрязнения воздуха за рубежом используются различные версии гауссовских моделей: шведский программный комплекс AIRVIRO; финская модель – CAR-FMI (Contaminants in the Air from a Road, by the Finnish Meteorological Institute); эстонская AEROPOL; польская EK 100W; венгерские модели – HNS-ROAD, HNS-ISAQ; словацкая модель – AUTOMOD; американские модели HI-WAY-2, CALINE-4 (California Line Source Model), GM (General Motors), GFLSM (General Finite Line Source Model) и др [79; 80]. Однако, гауссовский подход по сути является сугубо эмпирическим, что препятствует обобщению его результатов в целом ряде практически важных случаев.

Помимо ингредиентного загрязнения городской среды потоки автотранспортных средств, как элемент объектов городского транспортного строительства, оказывают существенное шумовое воздействие на акустическую среду, поэтому целый ряд работ посвящен оценке этого воздействия и защите городской территории от шумового загрязнения.

Так, в работе [81] автор ставит целью разработку научных основ расчета шума, создаваемого транспортным потоком, для различных условий распространения, а также определение мероприятий по снижению шума в жилой застройке с определением влияния зеленых насаждений и рельефа на затухание шума. В ходе исследования разработаны принципы составления шумовых карт примагистральной территории на основе предложенных математических моделей, что позволяет оценить шумовой режим территории с большей степенью достоверности и выбрать наиболее рациональные методы шумозащиты. Результатом работы явилась методика практического выбора длины и высоты акустических экранов.

Один из путей уменьшения уличного шума – использование зеленых насаждений в качестве рассеивателей и поглотителей звуковых волн. При этом ассортимент древесных пород необходимо тщательно подбирать с учетом особенностей произрастания. Данная проблема решается в работе [82], в которой исследователь проводит оценку влияния древесно-кустарниковой растительности на снижение шума от автомобильного транспорта, изучая изменение величины шума при различных приемах посадки зеленых насаждений.

Внедрению методов защиты от шума, как части обеспечения экологической безопасности объектов городского транспортного строительства, способствовали работы Поспелова П.И., Немчинова М.В., Бабкова В.Ф., Евгеньева И.Е., Шубина И.Л. и многих других.

Так, в работе Поспелова П.И. [83] разработаны новые методы расчета и прогнозирования транспортного шума, а также проектирование шумозащитных сооружений в системе автомобильная дорога – транспортный поток – жилая застройка. Были экспериментально исследованы закономерности изменения внешнего шума автомобилей, которые положены в основу разработки математической имитационной модели формирования транспортного шума на автомобильных дорогах, фундаментом которой служат теория движения транспортных потоков, закономерности изменения внешнего шума отдельных автомобилей и его распространения от автомобильных дорог. На основании исследований разработана модель изменения расчетных уровней звука по часам суток, а также модели оценки экономического

ущерба и эффективности капиталовложений для защиты населения от высоких уровней транспортного шума. Полученные результаты могут быть использованы для решения практических задач при проектировании дорог и определении размеров шумозащитных экранов для обеспечения акустического комфорта в жилой застройке.

Также вопросам акустического расчета и архитектурно-конструктивного проектирования шумозащитных экранов с учетом их планировочных и конструктивных решений и объемно-пространственных характеристик застройки, защищаемой от транспортного шума посвящена работа Шубина И.Л. [84]. Предложены физические, математические и расчетные модели, в которых учитывается комплексное влияние отраженного звукового поля за экраном, дифракции на боковых свободных ребрах и звукоизоляции экрана на его акустическую эффективность, установлена взаимосвязь эффективности с классом и типом экрана, конструктивными параметрами (форма, размеры, материалы) и планировочными решениями транспортных магистралей (число полос движения) и защищаемых сооружений (этажность зданий и др.). В качестве рекомендаций предложены основные правила архитектурно-конструктивного проектирования шумозащитных экранов, позволяющие вписывать их в окружающую среду.

Исследователь в своей работе [85] для эффективной оценки воздействия автотранспортных потоков на акустическую среду территории города выполнил разработку нейрокомпьютерных моделей оценки и прогноза такого воздействия. Данная модель учитывает параметры улично-дорожной сети, застройки, озеленения, покрытия, влияющие на затухание звуковых волн в пространстве. На основе проведенного экологического мониторинга создана электронная карта шумового воздействия автотранспортных потоков для г. Орла и предложены практические рекомендации по снижению шума.

Для выполнения комплексной количественной и качественной оценки техногенного воздействия на природную среду при обеспечении экологической безопасности разработаны и используются соответствующие методы, предназначенные для выявления влияния техногенного источника на состояние окружающей среды

и здоровье населения с учетом его характера, интенсивности и степени опасности (ОВОС) [86].

В работах [87-91] обосновывается место и значение системы оценки экологической безопасности строительства и городского хозяйства в структуре обеспечения экологической безопасности страны в целом. Эти исследования демонстрируют неэффективность и несовершенство механизма организации и проведения процедуры ОВОС, так как в основу этой процедуры изначально положен положительный результат, который фактически может не совпадать с ожидаемой экологической ситуацией. В материалах ОВОС отсутствуют комплексные показатели, учитывающие экологический фон и взаимодействие различных воздействующих факторов, а зачастую содержится разрозненный перечень этих факторов с численными значениями количественных характеристик [87].

Современным методом реализации подхода к обеспечению экологической безопасности городской среды и получения достоверной информации о ее состоянии является экологический мониторинг, в ходе которого определяется степень влияния техногенных факторов [61; 92-94].

Основные методические подходы к организации и проведению экологического мониторинга практически не изменились с 1972 года, когда была создана Общегосударственная служба наблюдения и контроля за уровнем загрязнения природной среды (ОГСНК), принципы работы которой изложены в работах М.Е. Берлянда, Э.Ю. Безуглой, Ю.А. Израэля, Н.Г. Гасилиной и пр. [95; 96]. С того момента основные методические подходы к организации экологического мониторинга практически не изменились.

Однако, факторы окружающей среды в значительной степени определяют состояние здоровья населения, но мониторинг практически не учитывает этот показатель. Поэтому, важным вопросом становится разработка методических подходов к усовершенствованию процедуры наблюдения и контроля за состоянием природной среды и построение критериев его оценки.

Критерии оценки экологической безопасности. В исследованиях [97] в целях развития методов, предотвращающих или уменьшающих негативное влияние хозяйственной деятельности при строительстве и функционировании промышленных, городских и транспортных объектов на городскую среду, предложено введение такого критерия, как экологическая идеальность процесса. На основе подхода экологической идеализации предложены и научно обоснованы допороговые показатели количественной оценки технологических и техногенных процессов в стройиндустрии и других отраслях промышленности по воздействию на городскую среду.

В работе [98] автором предложен критерий экологической безопасности, характеризующий степень опасности выбросов загрязняющих веществ конкретного предприятия. С использованием этой формулы автором разработан метод установления перечня веществ, подлежащих государственному учету и нормированию, предусматривающий расчет значения показателя опасности выбросов для каждого загрязняющего вещества, выбрасываемого из источника. На основе полученных данных усовершенствован метод определения категории предприятия по степени воздействия его выбросов на качество атмосферного воздуха.

На сегодняшний день в разных странах разработаны и используются на практике разнообразные критерии экологической безопасности, что связано с решением различных задач и целей, а универсальный критерий так и не разработан.

В качестве критериев экологической безопасности оценке состояния природной среды, в дополнение к уже сложившимся методикам, ряд авторов предлагает учитывать состояние биоты, в т.ч и населения на урбанизированных территориях, а приоритетным показателем должно стать состояние здоровья населения.

Так, в исследованиях [77] для оценки влияния загрязняющих веществ на здоровье населения был применен план многофакторного анализа и автором получено уравнение регрессии, по которому можно сделать прогноз заболеваемости с изменяющимися массовыми количествами выбросов загрязняющих веществ:

$$Y = \sum_{i=1}^5 (A_0 + m_i \cdot x_i),$$

где Y – показатель заболеваемости населения; A_i – свободный член регрессионного уравнения; x_i – массы загрязняющих веществ; m_i – коэффициенты регрессионного уравнения.

При оценке экологической безопасности городской среды также необходимо учитывать наличие защитных мероприятий. Основным условием здоровой и комфортной жизни является высокое качество атмосферного воздуха. Однако, практически вся жизнедеятельность человечества, включая дыхание, ведет к загрязнению атмосферы. В этих условиях особую актуальность приобретают задачи оздоровления воздушной среды урбанизированных территорий. Наиболее адекватным и экономически обоснованным способом оздоровления воздуха является расширение площади озеленения территории, улучшение состояния зеленых зон и прочее. Уровень озелененности города является одним из основных показателей комфортности городской среды. Поэтому вопросам оздоровления городской среды путем озеленения посвящены исследования [99-102 и др.].

В целом, решению проблем экологизации города, совершенствования методов обеспечения экологической безопасности, эффективности инженерно-экологических систем посвящено множество научных работ, в частности работы [103-109].

Таким образом, подводя итог вышесказанному, на сегодняшний день большинство известных методов оценки состояния окружающей природной среды являются обособленными и направленными на констатацию произошедших экологических явлений, а не на их предупреждение. Существующие методы качественной и количественной оценки и анализа (с учетом ПДК, ПДВ и т.д.) воздействия на окружающую среду (ОНД-86, ОВОС) не позволяют в полной мере оценить негативное техногенное влияние. Поэтому с целью разработки новых подходов к регулированию техногенных нагрузок на городскую среду необходимо проведение междисциплинарных исследований, основой которых могут стать количественные нормативные соотношения между потребностями людей и техносферы в ресурсах биосферы и возможностью биосферы удовлетворять эти потребности.

В качестве концептуальной основы решения обозначенной проблемы может быть принята новая мировоззренческая парадигма биосферной совместимости поселений, предложенная Российской академией архитектуры и строительных наук [110-118], в основе которой лежит теория гомеостатического взаимодействия природы, общества и человека. Данная концепция позволит не только удовлетворять современным экологическим требованиям, но и обеспечит прогрессивное гармоничное развитие человека в структуре города как неотъемлемой части природы.

В рамках новой парадигмы биосферной совместимости городов и поселений могут быть количественно определены показатели состояния биотехносферы региона, являющиеся функцией причинно-следственных связей между изъятием природных ресурсов, сбрасыванием отходов в окружающую среду и ухудшением здоровья населения городов, их возможной деградацией ввиду снижения качества жизни. Эти показатели являются элементами тройственного баланса биотехносферы.

В работах [110-117] сформулированы теоретические основы и принципы преобразования города в биосферосовместимый и развивающий человека. На базе этих принципов предложен инструмент реализации программ развития, одной из целей которых является расчет тройственных (гуманитарных) балансов биотехносферы: 1) населения, 2) мест удовлетворения потребностей населения (техносферы), 3) потенциалы жизни биосферы регионов.

В работах [115; 117; 118] предложена методика установления корреляционных связей во времени между человеческим потенциалом и состоянием биотехносферы рассматриваемой территории, а также обобщенные параметры для их интегральной оценки.

Российской академией архитектуры и строительных наук в рамках междисциплинарных научных исследований «Человек и развитие биосферосовместимых урбанизированных территорий» был разработан проект Доктрины градостроительства и расселения (стратегического планирования городов). Доктрина предполагает переход к практике градостроительства как внутренней структуре системы управления городом [119]. Стратегической целью политики градостроительства и планирования

городов является обеспечение безопасности как безальтернативного условия развития человека путем преодоления негативных тенденций и деградиационных процессов в жизнедеятельности городов.

Проведенные исследования воздействия человека и его хозяйственной деятельности через функции города показали возможность сокращения или увеличения потенциала биосферы [111].

В работе В.И. Колчунова, А.В. Берсенева, А.Л. Позднякова [111] разработана методика расчета составляющих гуманитарного баланса и выполнены численные исследования показателей экологической безопасности производственных предприятий. Для количественной оценки состояния городской среды предложены интегральные показатели: коэффициент биосферной совместимости урбанизированной территории и показатель реализации функций города.

Одними из первых работ, посвященных комплексной оценке экологической безопасности строительства и городского хозяйства урбанизированных территорий являются работы А.Л. Большеротова [120] и Н.П. Садовниковой [121].

В работе А.Л. Большеротова решены вопросы разработки комплексной универсальной системы оценки состояния окружающей среды и единого критерия оценки экологического состояния системы на основе применения новых методов и принципов оценки и математических моделей.

Исследования Н.П. Садовниковой посвящены обеспечению экологической безопасности развития города за счет разработки и реализации концепции экологически ориентированного управления на основе принципов биосферной совместимости.

Ветрова Н.М. в своей работе [122] представила методологические основы проведения оценки уровня экологической безопасности территории с учетом угроз техногенного характера для целей управления ею. Для этого были систематизированы подходы к оценке устойчивости природных систем и подходы к оценке экологического риска.

Развитие научных основ управления экологической безопасностью автотранспортной системы города получили исследования Н.В. Бакаевой [123]. В работе построена концептуальная модель экологической безопасности, в основу которой положено системное представление автотранспортной системы города в виде открытой динамической структуры, отличительной особенностью которой является наличие в ее составе взаимодействующих частей: технической, природной и социальной. Также автор предложил принципы развития системы автоматизированного мониторинга экологической безопасности автотранспортной системы города, ориентированные на комплексную оценку состояния городской среды, учитывая внутреннее и внешнее направления ее функционирования.

В работе Шишкиной И.В. [124] проведен анализ критериев оценки состояния экосистемы города от источников негативного антропогенного и техногенного воздействия. Предложен критерий оценки биосферной совместимости урбанизированной территории, который выступает в качестве интегрального показателя, учитывающего балансовые соотношения между фактическими параметрами биосферы и техносферы, обусловленной воздействиями автотранспортной инфраструктуры, а также разработана методика оценки вклада ее составляющих в реализацию функций биосферосовместимого города.

Развитие этих исследований нашло отражение в данной работе применительно к объектам городского транспортного строительства.

Выводы по главе 1

1. Рассмотрена система городского хозяйства, анализ структуры которой показал, что значительный вклад в реализацию функций города, связанных с удовлетворением потребностей жителей урбанизированных территорий в транспортных услугах и передвижении, вносят объекты городского транспортного строительства. Развитие подсистемы городского транспортного строительства приводит к увеличению транспортных средств и сопутствующей транспортной инфраструктуры, что оказывает мощное негативное воздействие на окружающую город природную

среду. Наиболее опасными видами загрязнения в современном городе являются ин-гредиентное и параметрическое. В целом, ухудшение экологической ситуации во многих городах России характеризуется резким увеличением выбросов от автотранспорта и, как следствие, ростом заболеваемости населения.

2. Аналитический обзор научных исследований по рассматриваемой проблеме в рамках сложившихся к настоящему времени научных направлений показал, что существующие методы и методики обеспечения экологической безопасности объектов городского транспортного строительства не всегда носят системный характер и не в полной мере отвечают современным вызовам, а зачастую посвящены решению некоторых вопросов экологической защиты отдельных компонентов окружающей среды (атмосферного воздуха, водной среды, почв). Для комплексного решения поставленной задачи необходимы междисциплинарные исследования в плоскости взаимодействия техногенных систем с природной средой и человеком.

3. Выполнен анализ основных критериев оценки состояния городской среды от источников негативного антропогенного и техногенного воздействия. Известные на сегодняшний день методы анализа, качественной и количественной оценки воздействия на окружающую среду не позволяют в полной мере оценить это воздействие, и такая ситуация определяет необходимость разработки иных подходов к комплексному обеспечению приемлемого качества природной среды от всех факторов, основой которых могут стать количественные нормативные соотношения между потребностями людей и техносферы в ресурсах биосферы и возможностью биосферы удовлетворять эти потребности.

4. На современном этапе решение задачи создания комфортной и безопасной городской среды и обеспечения экологической безопасности объектов транспортного строительства как части городского хозяйства возможно на основе предложенной Российской академией архитектуры и строительных наук новой мировоззренческой парадигмы биосферной совместимости, связывающей удовлетворение рациональных потребностей человека с устойчивым развитием и преобразованиями города в биосферосовместимый и развивающий человека.

ГЛАВА 2 – НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БИОСФЕРНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

2.1 Исходные предпосылки и гипотезы, принятые в работе

Под *состоянием биосферной совместимости городской среды* от воздействия объектов транспортного строительства в соответствии с концепцией эколого-ноосферных преобразований будем понимать такое состояние, при котором окружающая город природная среда обладает не только свойствами самосохранения и самовосстановления, но и обеспечивает воспроизводство своих компонентов.

Объекты городского транспортного строительства (ОГТС), как превалирующие (преобладающие) источники негативного воздействия на городскую среду, должны быть *экологически безопасными*. В соответствии с Техническим регламентом «О безопасности зданий и сооружений» № 384-ФЗ и Законом «Об охране окружающей среды под экологической безопасностью понимаем «... состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий» [125].

Для количественной характеристики состояния биосферной совместимости городской среды должны быть сбалансированы потенциалы биосферы и техносферы (фундаментальный принцип о балансе биотехносферы), и уровень физической устойчивости природной среды должен соответствовать воздействию техногенных нагрузок. При этом, устанавливаются симбиотические отношения техногенной и природной сред, способствующие созданию комфортной и безопасной городской среды [126].

Для обеспечения биосферной совместимости городской среды от воздействия ОГТС предложены и сформулированы следующие исходные гипотезы [127].

Первая. Городская среда (урбоэкосистема) является системой, открытой для внешних воздействий, т.е. воздействий, переводящих систему в новое состояние.

Вторая. Городская экосистема обладает свойством самоорганизации, т.е. способностью перехода в *устойчивое* состояние *при воздействии, не превышающем порогового значения и компенсирующегося системой*. Под *устойчивым* состоянием городской среды от воздействия объектов транспортного строительства будем понимать такое состояние, при котором окружающая город природная среда обладает свойством самовосстановления (ассимиляции), саморегуляции и самоочищения. Подобное состояние городской среды характеризуется *экологическим равновесием* – динамическим устойчивым состоянием, при котором потенциал биосферы больше потенциала техносферы: $B_{ik} \geq Z_{ik}$.

Полное экологическое равновесие сохраняется при допустимых антропогенных и техногенных нагрузках. В этом случае экологическую ситуацию будем считать *благоприятной*, при которой уровень техногенного воздействия (ингредиентного загрязнения атмосферного воздуха выбросами от двигателей внутреннего сгорания и уровень акустического воздействия) не будет превышать допустимых значений минимальных экологических требований, установленных в действующих законодательных и нормативных документах, т.е. остается в заданном диапазоне значений.

В случае если хотя бы по одному из показателей наблюдается превышение допустимых значений минимальных экологических требований, то ситуацию можно признать *потенциально неблагоприятной*. Такая ситуация характеризуется уровнем значительного воздействия на окружающую среду, приводящим к негативным изменениям качества окружающей среды и нуждающимся в каких-либо ограничениях. В такой ситуации городская территория находится в условиях *неполного экологического равновесия*, когда компоненты природной среды восстанавливаются не в полной мере.

Третья. Среди одновременно устойчивых и равновесных состояний существует подмножество *сбалансированных* состояний. *Сбалансированное* состояние

– состояние системы, характеризуемое значениями его параметров, которые удовлетворяют уравнению тройственного баланса составляющих био-, ноо- техносферы урбанизированных территорий. Такие тройственные балансы в соответствии с представлением академика В.А. Ильичева считаются гуманитарными, т. е. устанавливающими симбиотические взаимоотношения техносферы и биосферы и определяющими на этой основе рост человеческого потенциала [126]. В противном случае – деградация биосферы и снижение качества жизни населения городов и поселений.

Баланс устанавливает некоторое соотношение (расчетную пропорцию) потенциалов (ресурсов) биосферы и потенциала техносферы города (объектов городского транспортного строительства), которое обеспечивает полное экологическое равновесие городской экосистемы.

Четвертая. Среди устойчивых и одновременно сбалансированных состояний системы существуют подмножество *комфортных состояний*, когда значения параметров состояния удовлетворяют рациональным потребностям человека. Определяющей характеристикой комфортности может служить пространственно-временная доступность жизненно необходимых и социально значимых объектов, т.е. возможность в течение определенного периода времени посетить образовательные, культурно-бытовые, досуговые и другие объекты, а необходимым условием и стимулом развития человека служат структурная упорядоченность составляющих городской среды и многообразие функций города [128].

Пятая. Существует состояние, которое одновременно является устойчивым (равновесным), сбалансированным и комфортным. Такое состояние и есть состояние *биосферной совместимости* системы.

Шестая. В качестве критерия оценки экологической безопасности ОГТС предлагается показатель биосферной совместимости территории, учитывающий балансовые соотношения между фактическими параметрами биосферы и техносферы.

На рисунке 2.1 приведена схема, отражающая изменение состояния городской среды в ходе преобразования ее экосистемы от воздействия ОГТС.

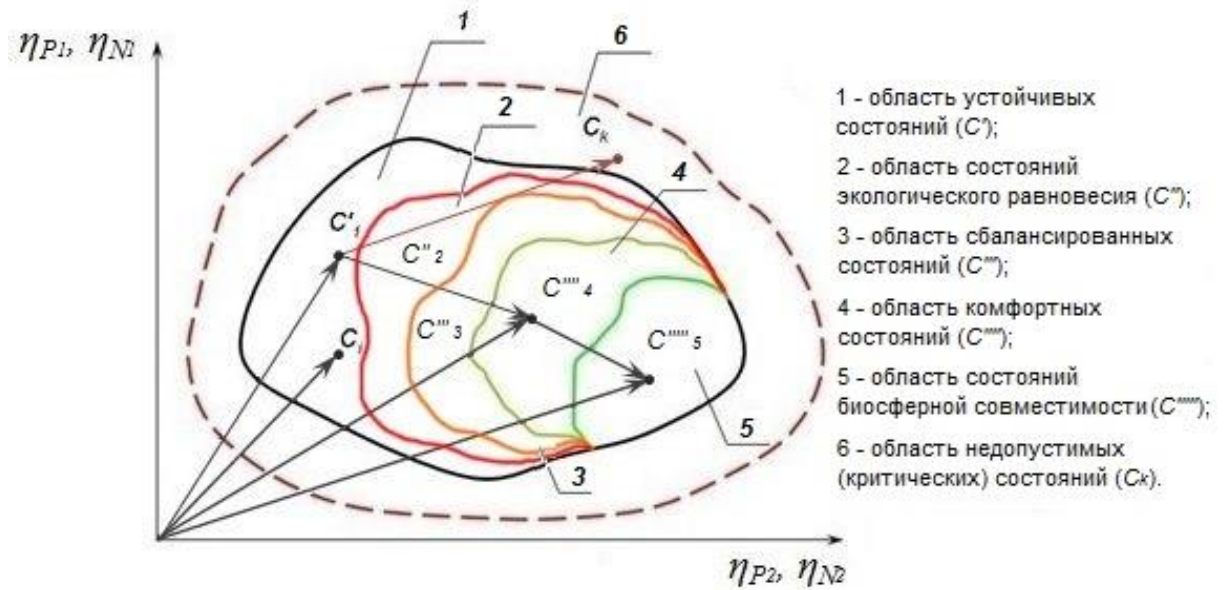


Рисунок 2.1 – Геометрическое представление изменения состояния экосистемы городской среды от воздействия объектов городского транспортного строительства

Состояние рассматриваемой системы не является дискретным, поскольку она находится в постоянном движении и под влиянием внешних и внутренних факторов происходит изменение ее состояния. На рисунке 2.1 изменение состояния городской среды от воздействия объектов городского транспортного строительства изображено геометрически, где конкретное ее состояние описывается соответствующими векторами.

Как уже отмечалось, состояние биосферной совместимости городской среды определяется одновременно областью значений параметров устойчивого, равновесного, сбалансированного и комфортного состояний. На рисунке 2.1 устойчивое состояние системы C' – область 1, состояние экологического равновесия системы C'' – область 2, сбалансированное состояние системы C''' – область 3 и комфортное состояние системы C'''' – область 4. При этом область $C''' \subset C''''$, область $C'' \subset C''' \subset C''''$, а область $C' \subset C'' \subset C''' \subset C''''$.

В качестве критерия оценки биосферной совместимости городской среды выступает минимум длины вектора, определенного как разность двух векторов, имеющих общее начало.

Математически это условие можно записать в следующем виде:

$$K = \min \rho = |\rho| = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n (\rho_{T_i} - \rho_{C_i})^2}, \quad (2.1)$$

где ρ_T и ρ_C – пространственные координаты векторов текущего и целевого состояний системы;

n – размерность векторного пространства.

Целевое состояние городской среды обеспечивается в результате реализации управляющих воздействий применительно к объектам городского транспортного строительства:

$$C_{Ц} = F(C; U; \Omega; t), \quad (2.2)$$

где C – текущее состояние системы;

U – управляющие воздействия $U = \{U_1; U_2; \dots; U_n\}$;

Ω – внешние воздействия $\Omega = \{\Omega_1; \Omega_2; \dots; \Omega_n\}$;

t – время.

В отсутствие управляющих воздействий по обеспечению биосферной совместности городской среды (или в результате задержки времени их реализации, или реализации нерационального управляющего воздействия) система под влиянием внешних факторов может выйти из области допустимых состояний. То есть траектория движения системы может зайти в область критического отклонения, когда начнут возникать экологически опасные – кризисные ситуации (рисунок 2.1, область недопустимых состояний – б).

2.2 Критерий оценки экологической безопасности объектов транспортного строительства, характеризующий количественное ингредиентное загрязнение городской среды

На основе принятых гипотез для обеспечения экологической безопасности территории, находящейся в зоне влияния объектов городского транспортного строительства, были предложены основные направления оценки состояния городской среды.

В качестве критерия экологической безопасности объектов городского транспортного строительства предлагается использовать показатель биосферной совместимости урбанизированной территории, учитывающий балансовые соотношения между фактическими параметрами биосферы и техносферы. На основании данного критерия предлагается количественно оценивать биосферную совместимость, как состояние урбанизированной территории, сравнивая фактические значения объема поступающих загрязняющих веществ с объемами, не нарушающими экологически безопасного состояния территории, находящейся в зоне влияния ОГТС, с учетом газопоглощительной способности зеленых насаждений, расположенных на данной территории [129].

$$\eta_P = \sum_k \sum_i [(B_{ik} - Z_{ik})] \quad (2.3)$$

где B_{ik} – количественный интегральный индикатор состояния биосферы при воздействии на нее k -х элементов объектов транспортного строительства в виде некоторого относительного показателя, стандартизированного в виде числовых значений от нуля (минимальное) до единицы (максимальное);

Z_{ik} – количественное значение объема i -х загрязняющих веществ (ЗВ), образующихся от воздействия k -х объектов транспортного строительства с максимальными концентрациями, допускающими развитие (МКДР) урбанизированных территорий. Представляется в виде интегрального показателя – индекса, стандартизированного в виде числовых значений от нуля (минимальное) до единицы (максимальное).

Расчетная зависимость (2.3) будет справедлива, если при сопоставлении показателей состояния биосферы и объема загрязняющих веществ заведомо выполняется условие: $B_{ik} > Z_{ik}$. В этом случае можно говорить о воздействии на биосферу техногенных источников, не превышающих допустимых значений, установленных действующими нормативными требованиями. Если имеет место неравенство $B_{ik} \leq Z_{ik}$, то уровень воздействия на окружающую среду является опасным и нуждается в каких-либо ограничениях. Более того, сложившуюся экологическую ситуацию можно признать катастрофической.

Благодаря большому архитектурно-планировочному и санитарно-гигиеническому значению зеленые насаждения играют важную роль в градоустройстве и расселении [101], поэтому необходимо оценивать биосферную совместимость некоторой территории с учетом их газопоглощительной способности и расположения на рассматриваемой территории.

Количественный интегральный индикатор состояния биосферы при воздействии на нее k -х элементов ОГТС B_{ik} определяется по формуле:

$$B_{ik} = \frac{K_{ik}}{\Delta M_{ik}} \cdot F_{оз} \cdot \xi_{ik}, \quad (2.4)$$

где K_{ik} – коэффициент, характеризующий количество ЗВ, утилизируемых 1 га биосферы, т/сут;

$\Delta M_{ik} = M_i - M_{эталон}$ – количественное значение разности фактического объема i -х ЗВ от k -х элементов ОГТС и объема ЗВ, не нарушающего экологически безопасного состояния территории, находящейся в зоне влияния ОГТС, и обеспечивающего уровень МКДР территорий в соответствии с нормативными требованиями, т/сут;

ξ_{ik} – коэффициент однородности биосферы, учитывающий различные интенсивности выбросов и возможность приведения их к одному источнику;

$F_{оз}$ – площадь озеленения территории, га.

В работах [100; 130; 133; 134] установлено значение зеленых насаждений в снижении концентраций окиси углерода, азота, серы от городского автотранспорта, уменьшение запыленности.

Газопоглощительная способность насаждений придорожной территории определяется по методикам [131; 132] и составляет 220-280 кг в день в расчете на 1 га, поэтому коэффициент, характеризующий количество ЗВ, утилизируемых 1 га биосферы, принимаем равным $K_{ik} = 0,25$ т/сут.

В свою очередь, количественное значение объема i -х загрязняющих веществ, образующихся от воздействия k -х элементов ОГТС, рассчитывается по формуле:

$$Z_{ik} = P_{оык} \cdot \chi_{ik} \cdot m_{ik} \cdot K_c \cdot K_{эз} \cdot K_{он}, \quad (2.5)$$

где P_{oyk} – показатель уровня опасности территории, находящейся в зоне влияния k -х элементов ОГТС;

χ_{ik} – количество элементов ОГТС, создающих загрязнения на рассматриваемой территории (например, автомобильные перегоны, автозаправочные станции, станции технического обслуживания, мойки, стоянки и др.);

m_{ik} – коэффициент снижения выбросов i -го ЗВ от воздействия k -ого элемента ОГТС в результате осуществления природоохранных мероприятий;

K_c – коэффициент, зависящий от наличия нескольких источников загрязнения в радиусе санитарного разрыва автомобильной дороги и учитывающий синергетический эффект;

$K_{эз}$ – коэффициент экологической значимости территории, находящейся в зоне влияния k -х элементов ОГТС;

$K_{он}$ – коэффициент, отражающий уровень опасности территории, обусловленный синергетическим воздействием загрязняющих веществ.

Показатель уровня экологической опасности территории, находящейся в зоне влияния k -х элементов ОГТС, P_{oyk} является относительным показателем. Дает представление об экологической ситуации, сложившейся под воздействием вредных компонентов отработавших газов автомобильного потока. Оценивается исходя из количества выбросов ЗВ по отношению к их предельно-допустимым значениям (нормативным требованиям). Определяется по формуле:

$$P_{oyk} = \frac{S_{oy_{факт}}}{S_{oy_{станд}}}, \quad (2.6)$$

где $S_{oy_{факт}}$ – результат оценки экологической ситуации в зоне влияния k -того элемента ОГТС (автомобильной дороги), полученный в ходе анализа фактического количества выбросов:

$$S_{oy_{факт}} = \left[\sum_1^p \sum_1^d \left(\frac{M_i}{ПДК_i} \right) \right], \quad (2.7)$$

где p – количество автомобилей в потоке;

d – количество примесей в отработавших газах автомобиля;

M_i – количество выбросов i -го ЗВ в отработавших газах автомобилей, образующееся при интенсивности движения N автомобилей, мг/с;

$ПДК_i$ – среднесуточная ПДК i -го ЗВ в атмосфере населенного пункта, мг/м³.

Массовый выброс загрязняющих веществ автотранспортным потоком при движении по территории населенных пунктов M_i (т/год) рассчитывается по формуле:

$$M_i = m_{1iv} \cdot L_{1v} \cdot K_{ri} \cdot K_{ti} \cdot 10^{-6} + m_{2igs} \cdot L_{2gs} \cdot K_{ris} \cdot K_{tis} \cdot K_{nis} \cdot 10^{-6} + K_p \cdot m_{3ims} \cdot L_{3ms} \cdot K_{ris} \cdot K_{nis} \cdot 10^{-6}, \quad (2.8)$$

где m_{1iv} , m_{2igs} , m_{3ims} – пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества легковым автомобилем v -го рабочего объема, грузовым автомобилем g -й грузоподъемности и автобусами m -го класса с двигателем s -го типа соответственно, г/км;

L_{1v} , L_{2gs} , L_{3ms} – суммарный годовой пробег легковых автомобилей v -го рабочего объема, грузовых автомобилей g -й грузоподъемности и маршрутных городских автобусов m -го класса с двигателем s -го типа по территории населенных пунктов соответственно, км;

K_{ri} , K_{ris} – коэффициент, учитывающий изменение выбросов ЗВ при движении по территории населенных пунктов;

K_{ti} , K_{tis} – коэффициент, учитывающий влияние технического состояния автомобилей на массовый выброс i -го ЗВ;

K_{nis} – коэффициент, учитывающий изменение пробегового выброса от уровня использования грузоподъемности и пробега грузового автомобиля, а также от вида перевозок и типа двигателя автобуса;

K_p – коэффициент, учитывающий изменение выбросов ЗВ при движении маршрутных городских автобусов по территории населенных пунктов.

Оценка экологической ситуации в зоне влияния k -того элемента ОГТС, полученная в ходе анализа количества выбросов от потока автотранспортных средств, не нарушающего экологически безопасного состояния данной территории, произведена по формуле:

$$S_{\text{оу}_{\text{эталон}}} = \left[\sum_1^p \sum_1^d \left(\frac{M_{\text{эталон}}}{\text{ПДК}_i} \right) \right].$$

В данном случае, значение массового выброса загрязняющих веществ $M_{\text{эталон}}$ определяется для интенсивности потока автотранспорта $N_{\text{эталон}}$, при которой обеспечивается уровень МКДР территорий и экологически безопасное состояние придорожной полосы, находящейся в зоне влияния ОГТС, в соответствии с нормативами. Данные требования достигаются при выполнении условия $\sum_1^d \frac{M_i}{\text{ПДК}} \leq d$, где d – количество примесей в отработавших газах автомобиля, принятых в расчете, так как наименее благоприятное состояние, отвечающее требованиям нормативных документов, достигается при равенстве фактических и нормативных значений загрязняющих веществ.

Для веществ, обладающих суммацией вредного воздействия, суммарная относительная концентрация в атмосфере на внешних границах резервно-технологической, санитарно-защитной полос и зоны влияния объекта городского транспортного строительства не должна превышать единицы.

С этих позиций для комплексной оценки транспортного загрязнения придорожной полосы рассчитывается коэффициент $K_{\text{он}}$, который представляет собой средневзвешенный показатель отношения суммы фактических или расчетных значений уровня загрязнения (с учетом степени опасности загрязняющего вещества) к сумме ПДК по всем загрязняющим веществам, и который определяется из соотношения:

$$K_{\text{он}} = \frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n}, \quad (2.9)$$

где C_1, C_2, \dots, C_n – фактическое или расчетное значение концентрации загрязняющих веществ, мг/м³;

$\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \dots, \text{ПДК}_n$ – предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ, мг/м³.

Тогда, для объектов городского транспортного строительства показатель биосферной совместимости урбанизированной территории, как интегральный показатель ее состояния, можно считать относительной величиной, и его значение может быть стандартизовано в интервале $0 \leq \eta \leq 1$. При приближении значения показателя биосферной совместимости к единице предполагаем, что обеспечивается состояние биосферной совместимости территории, находящейся в зоне влияния ОГТС, и имеет место ее прогрессивное развитие, а в случае приближения к нулю – имеет место регрессивное развитие, т.е. неспособность нейтрализовывать вредные воздействия и загрязнения природной среды, формируемые объектами транспортного строительства.

2.3 Критерий оценки экологической безопасности объектов транспортного строительства, характеризующий акустическое загрязнение городской среды

В связи с тем, что транспортные магистрали проходят в непосредственной близости от жилой застройки, можно говорить о том, что наибольшему негативному шумовому влиянию подвергаются жители первого эшелона застройки. Именно они попадают в зону, так называемого акустического дискомфорта – участки территории (вместе с застройкой) вокруг источников внешнего шума, в пределах которых уровни звука превышают допустимые величины по санитарно-гигиеническим показателям.

Транспортный поток представляет собой сложный источник шума, состоящий из отдельных источников. Уровень шума, создаваемого транспортным потоком, подчиняется примерно тем же закономерностям, которые характеризуют цикл движения каждого автомобиля: работа на холостом ходу – трогание с места и разгон – установившееся движение – торможение и остановка. При трогании с места и разгоне резко увеличивается уровень шума.

Учитывая свойство автотранспортного потока как источника шума (непрерывность излучения звука расположенных в ряд большого числа точечных источников), этот поток рассматривается как линейный источник, излучающий цилин-

дические звуковые волны. Вместе с тем характерная особенность шума, создаваемого транспортным потоком, – резкие колебания его уровня, обусловленные неоднородностью потока транспортных средств и изменением режима их движения.

Для оценки шумового воздействия объектов городского транспортного строительства предлагаем также использовать коэффициент биосферной совместимости урбанизированной территории, как интегральный показатель состояния биотехносферы территории [135].

Значение показателя биосферной совместимости η_N территории, находящейся в зоне акустического дискомфорта, можно представить в виде:

$$\eta_N = \left[\sqrt{\prod_j \left(\frac{L_j^H}{3_j - B_j} \right)} \right] \cdot \chi_j \cdot K_{эз} \cdot K_{кд}, \quad (2.10)$$

где 3_j – количественное значение шумовых характеристик транспортного потока, образующихся от воздействия объектов городского транспортного строительства, в т.ч. автодорог;

B_j – количественное значение состояния биосферы при воздействии объектов городского транспортного строительства, характеризующее величину снижения уровня шума за счет шумозащитных мероприятий;

L_j^H – нормативное значение шумовых характеристик в зависимости от зоны территории, находящейся в зоне влияния объекта городского транспортного строительства;

χ_j – коэффициент, зависящий от наличия нескольких источников шумового загрязнения в радиусе влияния объектов городского транспортного строительства;

$K_{эз}$ – коэффициент экологической значимости территории, находящейся в зоне влияния ОГТС;

$K_{кд}$ – коэффициент значимости объектов городского транспортного строительства, зависящий от категории автомобильной дороги и характеристик транспортного потока.

Шумовыми характеристиками для транспортных потоков на улицах и дорогах являются эквивалентный L_{Aeq} и максимальный L_{Amax} уровни звука на расстоянии 7,5 м от оси первой полосы движения. Шум считают в пределах нормы, когда он как по эквивалентному, так и по максимальному уровню не превышает установленные нормативные значения.

Эквивалентный уровень звука – уровень звука постоянного шума, который имеет то же самое среднеквадратическое значение звукового давления, что и исследуемый непостоянный шум в течение определенного интервала времени, в дБА.

Максимальный уровень звука – уровень звука, соответствующий максимальному показанию измерительного прямо-показывающего прибора (шумомера), в дБА.

Для выполнения прогнозных расчетов шумового режима территории необходимо знать уровень шума, производимого транспортным потоком автомобильной дороги. Исследования отечественных ученых П.И. Поспелова, В.Н. Луканина, Ю.В. Трофименко позволили установить, что уровень шума транспортного потока зависит от интенсивности движения, состава потока и от доли грузовых автомобилей.

Первый этап анализа шумового режима – определение шумовой характеристики транспортного потока участка дороги, проходящей в непосредственной близости к селитебной территории [136].

Для определения уровня транспортного шума могут быть использованы как значения, полученные на основе натуральных наблюдений и экспериментальных данных, так и значения, определенные по формулам, рекомендуемым В.Н. Луканиным и Ю.В. Трофименко для оценки шума транспортного потока:

$$L_{Aeq} = 10 \cdot \lg N_a + 13,3 \cdot \lg V + 8,4 \cdot \lg S_{ra} + 9,5, \quad (2.11)$$

$$L_{Amax} = L_{Amax(V=50)} + 32 \cdot \lg \left(\frac{V}{50} \right), \quad (2.12)$$

где L_{Aeq} – расчетное значение эквивалентного уровня транспортного шума на расстоянии 7,5 м от оси крайней полосы движения на высоте 1,5 м от уровня проезжей части, дБА;

N_a – интенсивность движения автотранспортных средств, авт/ч;

V – скорость движения, км/ч;

S_{ra} – доля грузового и общественного транспорта в составе транспортного потока, %;

L_{Amax} – расчетное значение максимального уровня звука, дБА;

$L_{Amax(V=50)}$ – максимальный уровень звука, соответствующий скорости движения 50 км/час, дБА. Значение максимального уровня звука следует принимать в соответствии с ГОСТ Р 41.51-2004 для потока легковых автомобилей – 74 дБА, при наличии в потоке грузовых автомобилей и/или автобусов – 80 дБА.

Ю.В. Кононович для городских дорог, имеющих продольный уклон не более 20 % и асфальтобетонное покрытие, предложил определять эквивалентный уровень шума L_{Aeq} транспортного потока по формуле:

$$L_{Aeq} = 10 \cdot \lg N + 13,3 \cdot \lg V + 4 \cdot \lg(1 + p) + 15,$$

где N – количество проходящих в обоих направлениях автомобильных средств, авт/ч;

p – доля грузового и общественного транспорта в составе транспортного потока, %.

Значение состояния биосферы, характеризующее величину снижения уровня шума за счет шумозащитных мероприятий, предлагаем определять по формуле:

$$B_j = \Delta L_{Aрас} + \Delta L_{Aзел} + \Delta L_{Aэкр}, \quad (2.13)$$

где $\Delta L_{Aрас}$ – снижение уровня звука над поверхностью земли за счет расстояния от источника шума до расчетной точки, дБА;

$\Delta L_{Aзел}$ – снижение уровня звука полосами зеленых насаждений, дБА;

$\Delta L_{Aэкр}$ – снижение уровня звука экранирующими шум сооружениями, дБА.

В реальных условиях целесообразно использовать эмпирическую зависимость, полученную на основе статистической обработки большого количества результатов натурных исследований по распространению шума на примагистральных территориях с типичными покрытиями. Она учитывает зависимость снижения эквивалентного уровня звука при свободном распространении звуковой энергии, влияние поверхности примагистральной территории и поглощение звука в воздухе. Снижение эквивалентного уровня звука транспортного потока на расстояниях 7,5..500 м под влиянием этих факторов учитывается в СНиП 23-03-2003 и определяется по следующей формуле:

$$\Delta L_{Apac} = 14 \lg \frac{S}{7,5}, \quad (2.14)$$

где S – расстояние от источника шума до расчетной точки, расположенной на примагистральной территории или перед фасадами зданий, представляющими так называемый первый эшелон застройки, подверженный наиболее значительному акустическому воздействию, м.

На распространение звуковых волн в приземном пространстве определенное влияние оказывают зеленые насаждения. Кроме биологической ценности, которая заключается в оздоровлении окружающей человека атмосферы и почвы, зеленые насаждения являются также, в определенной степени, глушителями звука.

Роль растительности типа «травы» в затухании звука заключается лишь в изменении структуры верхнего слоя почвы, повышении степени ее пористости. Зеленые насаждения в виде деревьев и кустарников наряду с изменением структуры почвы (ведущим к изменению ее импеданса) служат своеобразными рассеивателями и поглотителями звуковой энергии.

Величина снижения шума зелеными насаждениями зависит от характера посадок, породы деревьев и кустарников, времени года и т.д. Полосы, состоящие из нескольких рядов деревьев с разрывами между ними, интенсивнее снижают шум, чем сплошные насаждения с сомкнутыми кронами.

Для определения шумозащитной способности древесно-кустарниковых полос насаждений используется формула Ф.И. Майстера:

$$\Delta L_{\text{Азел}} = 20 \lg \frac{d + \sum_{i=1}^z B_m + \sum_{i=1}^z A_m}{d} + 1,5 z + \beta \sum_{i=1}^z B_m, \quad (2.15)$$

где d – расстояние от источника шума до первой полосы насаждений, м;

$\sum_{i=1}^z B_m$ – суммарная ширина шумозащитных полос, м;

$\sum_{i=1}^z A_m$ – суммарное расстояние между полосами насаждений, включая рассто-

яние от последней полосы до точки измерения шума, м;

z – количество полос насаждений;

β – удельное поглощение звуковой энергии насаждениями в зависимости от вида деревьев и посадок, дБА/м.

В составе шумозащитных мероприятий акустический экран можно рассматривать как естественный или искусственный барьер на пути распространения звуковых волн между источником и пространством, защищаемым от негативного воздействия шума.

Экранами могут выступать различные подпорные, ограждающие и специальные защитные конструкции, размещаемые в придорожной полосе, а также естественные и искусственные элементы рельефа местности: холмы, насыпи, откосы выемок, оврагов и т.д. Шумозащитные здания также используются в качестве акустических экранов. К ним относятся здания, в помещениях которых нормами допускаются уровни шума более 40..50 дБА. Примерами могут служить здания предприятий торговли, общественного питания, бытового обслуживания населения и т.д., общественные здания с усиленной звукоизоляцией наружных ограждающих конструкций, а также жилые здания, в которых со стороны источников шума расположены окна подсобных помещений, лестничные клетки и т.п.

Действительное снижение уровня звука за экранирующими шум сооружениями $\Delta L_{\text{Аэкр}}$, расположенными на пути распространения шума от линейного источника, в расчетной точке следует определять по формуле:

$$\Delta L_{\text{Аэкр}} = \Delta L_{\text{Аэкр } \alpha} + \Lambda, \quad (2.16)$$

где $\Delta L_{Aэкр \alpha}$ – меньшая из величин $\Delta L_{Aэкр \alpha 1}$ и $\Delta L_{Aэкр \alpha 2}$, определяемых по таблице [137], дБА;

L – поправка, определяемая по таблице [137] в зависимости от разных величин $\Delta L_{Aэкр \alpha 1}$ и $\Delta L_{Aэкр \alpha 2}$, дБА.

Акустический режим на рассматриваемой территории оценивается на основе сравнения ожидаемых расчетных уровней звука с допустимыми значениями нормируемых показателей. Другими словами, проведенная оценка воздействия автомобильного транспорта на акустическую среду позволит констатировать соответствие полученных шумовых характеристик нормативным санитарно-гигиеническим показателям L_j^H .

В настоящее время согласно действующему нормативному законодательству [52] мониторинг акустического воздействия следует проводить на территориях, непосредственно прилегающих: к жилым домам, объектам здравоохранения и отдыха, учебным заведениям, гостиницам и общежитиям, а также на площадках отдыха на территории микрорайонов и групп жилых домов и других вышеперечисленных объектов. Нормы допустимых эквивалентных и максимальных уровней звука в городе приведены в [52].

Предложенные расчетные зависимости показателя биосферной совместимости территорий, находящихся в зоне воздействия объектов городского транспортного строительства, позволяют выполнить анализ акустического влияния конкретного ОГТС на формирование экологической ситуации с позиции рассматриваемой концепции. Применение показателя биосферной совместимости в качестве критерия при оценке экологической безопасности городской среды позволит перейти от покомпонентной оценки к интегральной, учитывающей возможность сбалансированных количественных соотношений ее составляющих.

2.4 Методика оценки состояния городской среды на основе интегрального показателя биосферной совместимости

Определенные численные значения показателей биосферной совместимости необходимо перевести в качественные градации шкалы «норма-патология» с целью характеристики сложившейся экологической ситуации на данной территории. Эта задача имеет экспертный, т.е. неформализованный характер. Для ее решения выполняют построение «функции желательности» [138], что предоставляет математический инструмент для отображения количественных шкал в обобщенные шкалы критериев качества.

Присущее функции желательности соотнесение текущего значения той или иной индикаторной характеристики с максимумом (или эталоном) входит в одну из процедур оценки воздействия на окружающую среду [139]. Удобной и часто используемой является функция желательности Харрингтона [140], которая задается следующей формулой:

$$d = \exp(-\exp\{-y'\}), \quad (2.17)$$

где y' – кодированное значение признака.

Желательность для отдельного свойства обозначают d , для набора свойств – D . Желательность $d=0$ ($D=0$) соответствует неприемлемому уровню данного свойства, а $d=1$ ($D=1$) – лучшему значению качества. Дальнейшее увеличение D либо невозможно, либо не имеет смысла [140].

На основе накопленного опыта применения указанного подхода к различным экологическим задачам разработан ряд практических приемов, облегчающих построение шкал частных желательностей с учетом специфики объекта исследования.

Шкала имеет несколько критических точек (базовые точки – 0,2; 0,37; 0,63; 0,8), что позволяет задавать границы градаций желательности не произвольным, а строгим образом. Это даёт возможность не только оценить абсолютные величины показателей, но и выявить, насколько они близки к области ухудшения, руководствуясь строгими интервальными диапазонами: от 0 до 0,20 («очень плохо»); от

0,20 до 0,37 («плохо»); от 0,37 до 0,63 («удовлетворительно»); от 0,63 до 0,80 («хорошо»); от 0,80 до 1,0 («очень хорошо»).

Различают два основных варианта построения шкал желательности: с односторонним (задается лишь одно «критическое» значение фактора) и с двухсторонним ограничением. Для большинства факторов должны быть установлены как минимальные, так и максимальные допустимые уровни.

Для определения граничных значений экологических ситуаций, обусловленных воздействием ОГТС, была использована *обобщенная функция желательности Харрингтона*, которая является количественным универсальным показателем качества исследуемого объекта (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Значения «функции желательности» для оценки экологической безопасности объектов городского транспортного строительства

Желательность	Отметки на шкале желательности	Экологические ситуации от воздействия ОГТС
Очень плохо	0,00 – 0,20	весьма неблагоприятная
Плохо	0,20 – 0,37	относительно неблагоприятная
Удовлетворительно	0,37 – 0,63	малоблагоприятная
Хорошо	0,63 – 0,80	относительно благоприятная
Очень хорошо	0,80 – 1,00	весьма благоприятная

В зависимости от полученного расчетного значения показателя биосферной совместимости устанавливается характеристика сложившейся экологической ситуаций урбанизированной территории от ингредиентного или акустического загрязнения: весьма благоприятная (прогрессивное развитие территории), относительно благоприятная (воздействия практически отсутствуют), малоблагоприятная (незначительное воздействие), относительно неблагоприятная (отрицательное воздействие), весьма неблагоприятная (пагубное воздействие).

Наибольшую сложность комплексной оценки состояния городской среды в зоне влияния объектов транспортного строительства представляет отсутствие единого обобщающего критерия. Решение данной задачи осложнено отсутствием методики определения синергетического влияния отдельных составляющих объектов транспортного строительства на окружающую среду.

Такой показатель как коэффициент биосферной совместимости урбанизированной территории можно использовать для определения степени загрязнения городской среды от воздействия объектов транспортного строительства. Данный показатель является интегральной величиной, базирующейся на частных показателях биосферной совместимости, характеризующих ингредиентное и акустическое загрязнение территории. Расчет и использование этого показателя позволит объективно оценить состояние придорожной территории [141].

Поскольку основными факторами негативного воздействия автомобильного транспорта на окружающую город природную среду являются ингредиентные выбросы и шумовое загрязнение, то количественная оценка такого воздействия может быть представлена с учетом доли вклада каждого негативного фактора в формирование общего состояния урбанизированной территории.

Для учета вклада факторов воздействия каждому частному критерию – показателю биосферной совместимости урбанизированной территории η – ставится в соответствие безразмерная величина $k_{(i)}$ – весовой коэффициент, который характеризует степень значимости данного требования для конкретной территории ($0 \leq k_{(i)} \leq 1$). Сумма весовых коэффициентов должна быть равной единице $\sum_{j=1}^{n_i} k_{(i)} = 1$.

Весовые коэффициенты качественно отражают важность соответствующих частных критериев. Значения $k_{(i)}$ выбираются исходя из анализа требований нормативных и законодательных документов Российской Федерации, международных документов, ратифицированных на территории России, а также из требований к проектируемому объекту и из существующих возможностей реализации этих требований в области обеспечения экологической безопасности. Данные, полученные на основе мониторинга состояния конкретной урбанизированной территории, могут существенно влиять на значения весовых коэффициентов.

Задача определения весовых коэффициентов может быть решена методом экспертных оценок, который основан на обработке экспериментальных данных, полученных путем проведения натурных замеров.

В теории экспертных оценок разработан ряд методов проведения экспертизы. Наиболее эффективными оказались методы ранжирования и приписывания баллов. Для решения задачи определения весовых коэффициентов для установления значимости частных показателей биосферной совместимости был использован метод приписывания баллов.

Экспертиза проводится группой из m экспертов, которые являются квалифицированными специалистами в той области, где дается оценка и принимается решение. Этот метод основан на том, что эксперты оценивают важность частного критерия по шкале от 0 до 10. При этом разрешается оценивать важность дробными величинами или приписывать одну и ту же величину из выбранной шкалы нескольким критериям.

Алгоритм выполнения экспертной оценки следующий.

1. На основании данных натурных замеров ингредиентных выбросов и шума делается вывод о соответствии измеренных параметров нормативным. Если уровень техногенного ингредиентного загрязнения атмосферного воздуха выбросами находится в диапазоне $0 \div 1$ ПДК (низкий уровень), а уровень акустического воздействия не превышает 40 дБА (комфортный уровень), установленных в действующих законодательных и нормативных документах, в этом случае объект транспортного строительства будем считать *экологически безопасным*.

2. Если наблюдается превышение хотя бы по одному из показателей, то имеется несоответствие данного объекта транспортного строительства минимальным экологическим требованиям, а значит сам объект можно признать *потенциально опасным*. С целью определения степени опасности ОГТС для окружающей среды необходимо категорировать данные объекты на классы экологической опасности.

Для этого воздействия на городскую среду могут быть описаны с помощью следующих подкатегорий:

а) для уровня ингредиентного загрязнения атмосферного воздуха:

1) «повышенный» уровень загрязнения при значениях стандартного индекса в диапазоне $2 \div 4$ ПДК;

2) «высокий» уровень загрязнения – $5 \div 10$ ПДК;

- 3) «очень высокий» уровень загрязнения – более 10ПДК;
- б) для уровня загрязнения акустической среды:
- 1) «относительно комфортный» уровень при уровне шума в диапазоне 40÷60 дБА;
 - 2) «относительно дискомфортный» уровень – 60÷80 дБА;
 - 3) «дискомфортный уровень» – свыше 80 дБА.

В зависимости от сочетания различных неблагоприятных воздействий устанавливается один из пяти классов экологической опасности ОГТС:

I класс опасности присваивается, если для данного участка на границе жилой застройки на середине перегона в течение года одновременно наблюдается «очень высокий» уровень ингредиентного загрязнения и «дискомфортный уровень» акустического загрязнения;

II класс опасности – если одновременно наблюдается «очень высокий» уровень ингредиентного загрязнения и «относительно дискомфортный» уровень шумового загрязнения, или, «дискомфортный уровень» акустического загрязнения и «высокий» уровень загрязнения атмосферного воздуха;

III класс опасности – если одновременно наблюдается «высокий» уровень загрязнения атмосферного воздуха и «относительно дискомфортный» уровень акустического загрязнения, или, наблюдается «очень высокий» уровень ингредиентного загрязнения, но сохраняется «относительно комфортный» уровень акустического загрязнения, или, наблюдается «дискомфортный уровень» шумового загрязнения, но сохраняется «повышенный» уровень загрязнения атмосферного воздуха;

IV класс опасности – если сохраняется «повышенный» уровень загрязнения атмосферного воздуха, но наблюдается «относительно дискомфортный» уровень акустического загрязнения, или, сохраняется «относительно комфортный» уровень акустического загрязнения, но наблюдается «высокий» уровень ингредиентного загрязнения;

V класс опасности – если для данного участка на границе жилой застройки на середине перегона в течение года сохраняется «повышенный» уровень загрязнения атмосферного воздуха и «относительно комфортный» уровень акустического загрязнения.

3. На основании присвоенного класса экологической опасности для каждого ОГТС эксперты определяют важность частного критерия – показателя биосферной совместимости, которым выступает уровень ингредиентного или акустического загрязнения. Тогда:

$$r_{if} = \frac{h_{if}}{\sum_{i=1}^f h_{if}}, \quad (2.18)$$

где r_{if} – вес, подсчитанный для f -критерия i -м экспертом;

h_{if} – балл i -го эксперта для f -критерия;

$\sum_{i=1}^f h_{if}$ – сумма i -ой строки.

Отсюда, учитывая, что $r_f = \sum_{f=1}^m r_{fm}$, получим

$$k_{(i)} = \frac{r_f}{\sum_1^f r_f}. \quad (2.19)$$

В данном случае подразумевается, что эксперты имеют равную компетентность. Однако если компетентность экспертов различна и может быть оценена некоторым числом, то полученные формулы нуждаются в уточнении. Пусть компетентность i -го эксперта оценивается положительной величиной α_i (вес эксперта).

Будем считать эти величины нормированными $\sum_{i=1}^m \alpha_i = 1$.

Тогда для метода приписывания баллов $r_f = \sum_{f=1}^m r_{fm} \cdot \alpha_i$.

После определения необходимых весовых коэффициентов получаем частные функции желательности с учетом доли вклада каждого негативного фактора в формирование состояния совместимости с биосферой городской среды:

$$\eta'_P = k_1 \cdot \eta_P; \quad \eta'_N = k_2 \cdot \eta_N. \quad (2.20)$$

Интегральный показатель биосферной совместимости городской среды, обусловленный воздействием объектов городского транспортного строительства, учитывающий как ингредиентное, так и акустическое загрязнение территории, на основе обобщенной функции желательности Харрингтона будет иметь вид:

$$\eta_{\text{ОГТС}} = \sqrt{\eta_P \times \eta_N}. \quad (2.21)$$

Количественные значения параметров биосферной совместимости городской среды должны соответствовать принятым нормативам экологической безопасности ОГТС и социальным стандартам качества жизни, определяющим возможность экологического самообеспечения и прогрессивного развития биотехносферы урбанизированных территорий.

Для определения текущего состояния городской среды от воздействия объектов городского транспортного строительства на основе установления экологических ситуаций на урбанизированной территории разработана шкала оценок (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Шкала оценок состояния городской среды от воздействия объектов городского транспортного строительства

Таким образом, методику интегральной оценки состояния городской среды от воздействия объектов городского транспортного строительства составляют следующие элементы:

1. определение показателя биосферной совместимости городской среды, характеризующего ингредиентное загрязнение территории, находящейся в зоне влияния объектов городского транспортного строительства;
2. расчет показателя биосферной совместимости городской среды, характеризующего акустическое загрязнение территории от воздействия ОГТС;
3. определение интегрального показателя состояния городской среды в виде показателя биосферной совместимости урбанизированных территорий, который позволяет дать количественную оценку ее состояния;
4. перевод количественной оценки в качественную с использованием обобщенной функции желательности Харрингтона. Применяемая шкала оценок дает возможность определения экологических ситуаций и позволяет установить текущее состояние городской среды от воздействия объектов городского транспортного строительства.

Выводы по главе 2

1. Сформулированы исходные предпосылки и гипотезы создания биосферосовместимой городской среды при условии обеспечения экологической безопасности объектов городского транспортного строительства. В основе биосферной совместимости городской среды как состояния лежит понятие экологического равновесия и его эволюции, при котором окружающая город природная среда обладает не только свойствами самосохранения и самовосстановления, но и обеспечивает воспроизводство своих компонентов.

2. Построены новые критерии оценки экологической безопасности объектов городского транспортного строительства – показатели биосферной совместимости, характеризующие ингредиентное и акустическое загрязнение, базирующиеся на основе модели баланса био- и техносферы и позволяющие определить экологическую ситуацию городской среды при сопоставлении степени техногенной нагрузки от воздействия транспортных объектов и экологического потенциала территории.

3. Предложена методика оценки состояния городской среды, основывающаяся на интегральном показателе биосферной совместимости, использование которой позволяет комплексно оценить ингредиентное и акустическое воздействия с учетом их синергетического эффекта. При реализации данной методики принимаются во внимание сложившаяся экологическая ситуация на урбанизированной территории и классы экологической опасности исследуемых техногенных объектов.

4. Для характеристики экологических ситуаций разработана шкала оценок, складывающихся в результате преобразования численных значений показателя биосферной совместимости в качественные. Для такого преобразования используется метод экспертных оценок на основе построения обобщенной функции желательности Харрингтона как математический аппарат для отображения количественной информации в обобщенных критериях качества.

ГЛАВА 3 – ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ БИОСФЕРНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

3.1 Программа исследования, планирование эксперимента и математическая обработка результатов измерений

Планирование эксперимента является одним из важнейших этапов научного исследования, так как от него зависит не только выбор показателей, определяемых в процессе проведения эксперимента, но и полученные результаты, их достоверность и репрезентативность.

Исследование влияния загрязняющих факторов от объектов городского транспортного строительства предусматривает проведение натурных обследований городской территории на проезжей части (для определения ингредиентного загрязнения) и на придорожной территории на некотором удалении от проезжей части (для определения акустического загрязнения) с целью получения актуальной и достоверной информации о сложившейся экологической ситуации.

Программа исследования экологической безопасности ОГТС включает следующие задачи (рисунок 3.1):

1) выполнение декомпозиции факторов экологической безопасности объектов городского транспортного строительства;

2) определение параметров, от которых зависит уровень негативного воздействия (дестабилизирующие факторы):

- интенсивности движения транспортного потока;
- состава потока и доли грузового транспорта и автобусов в транспортном потоке;
- скорости движения транспортного потока;
- геометрических характеристик элементов улично-дорожной сети;
- расстояния от элемента улично-дорожной сети до жилой застройки.

3) определение параметров, от которых зависит уровень защитных мероприятий (стабилизирующие факторы):

- площадь и коэффициент озеленения придорожной территории;

- вид зеленых насаждений, их высота, рядность посадки;
- наличие шумозащитных экранов.

4) расчет уровня загрязнений от движущегося транспортного потока на территории города (на проезжей части и в некотором удалении от нее, согласно соответствующим методикам), определение содержания в атмосферном воздухе ингредиентных выбросов, а также определение акустического загрязнения в зоне влияния объектов городского, обусловленных воздействием на природную среду автотранспортных средств.

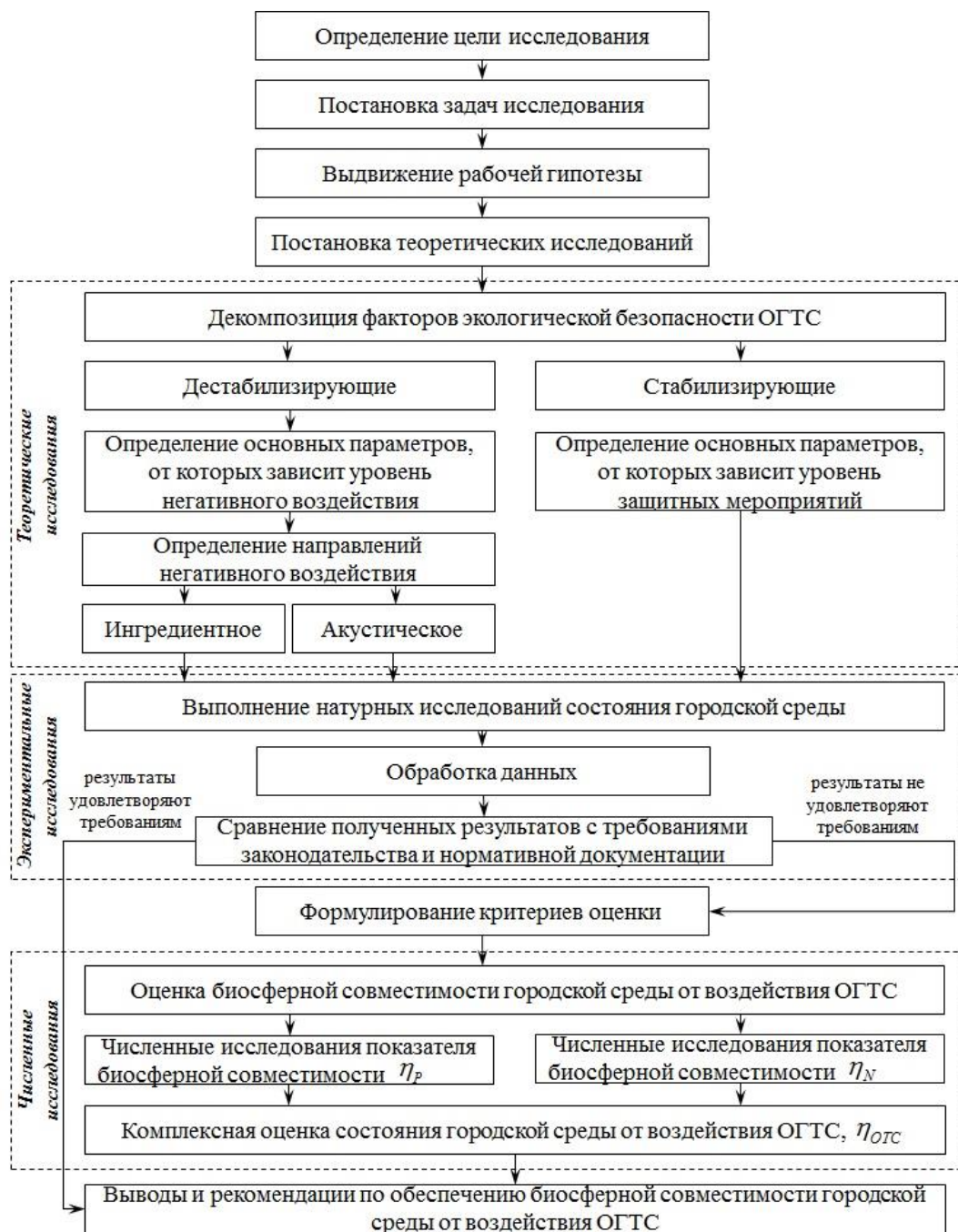


Рисунок 3.1 – Общая программа проведения исследования

С использованием разработанной программы исследований выполнено натурное обследование городской территории (на примере г. Орла) [142]. При его проведении учитывался принцип парадигмы биосферной совместимости – сопоставления направлений в деятельности города, отражающий внешнее направление: содержание в атмосферном воздухе ингредиентных выбросов, а также акустический фон в зоне влияния улично-дорожной сети (УДС), обусловленные воздействием на природную среду автотранспортных средств, и внутреннее направление: состояние социальной среды, обусловленное непосредственным и опосредованным воздействием объектов транспортного строительства [143].

Начальным этапом исследований являлось определение времени суток, которое для УДС г. Орла является «часом пик». Была сформирована выборка из наиболее характерных для каждого района города элементов автомобильных дорог, на которых, согласно методике [144], проводились натурные замеры суточной интенсивности транспортного потока. Информация собиралась в физических единицах, данные фиксировались в прямом и обратном направлениях и классифицировались по типам автотранспортных средств (легковые, грузовые, автобусы). Измерение интенсивности потока автомобильного транспорта производилось для каждого часа 17-ти часового периода активного движения (с 6 до 23 ч.), при этом число автотранспортных средств на рассматриваемом участке в заданном сечении фиксировалось в течение 15 минут каждого часа, после чего умножалось на 4. Для регистрации интенсивности потока использовались секундомеры, а для более точного определения количества транспортных средств и состава потока – видеочамера.

Одновременно с определением интенсивности движения транспортного потока осуществлялся сбор данных для расчета средней скорости потока. Для этого регистрировалось время проезда транспортными средствами участка элемента улично-дорожной сети длиной 20 м. Время проезда фиксировалось секундомером по началу и концу пересечения границ участка передними колесами автотранспортного средства. При одновременном проезде нескольких видов транспортных средств учитывалось время проезда данного участка транспортными средствами, составляющими меньшую долю транспортного потока.

Средняя скорость проезда вычислялась путем деления длины рассматриваемого сегмента (магистрала, улицы, элемента и т.п.) на среднее время проезда по нему. Если для автомобилей, проехавших по сегменту длины (в километрах), зафиксированы значения времени проезда (в часах), то средняя скорость проезда составит

$$v = \frac{s'}{t_a}, \quad (3.1)$$

где v – средняя скорость проезда (км/час);

s' – длина сегмента (км);

t_a – среднее время проезда (час).

Среднее время проезда определяется по формуле (3.2):

$$t_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i, \quad (3.2)$$

где t_i – время проезда сегмента -м автомобилем (час);

n – количество зафиксированных значений времени проезда сегмента автомобилями.

Измерения велись два раза в месяц на всех выбранных участках с регистрацией состава и скоростного режима потока автотранспортных средств. На рисунке 3.2 представлены эпюры интенсивности движения автотранспортного потока по выбранным наиболее характерным элементам улично-дорожной сети каждого района г. Орла по часам суток.

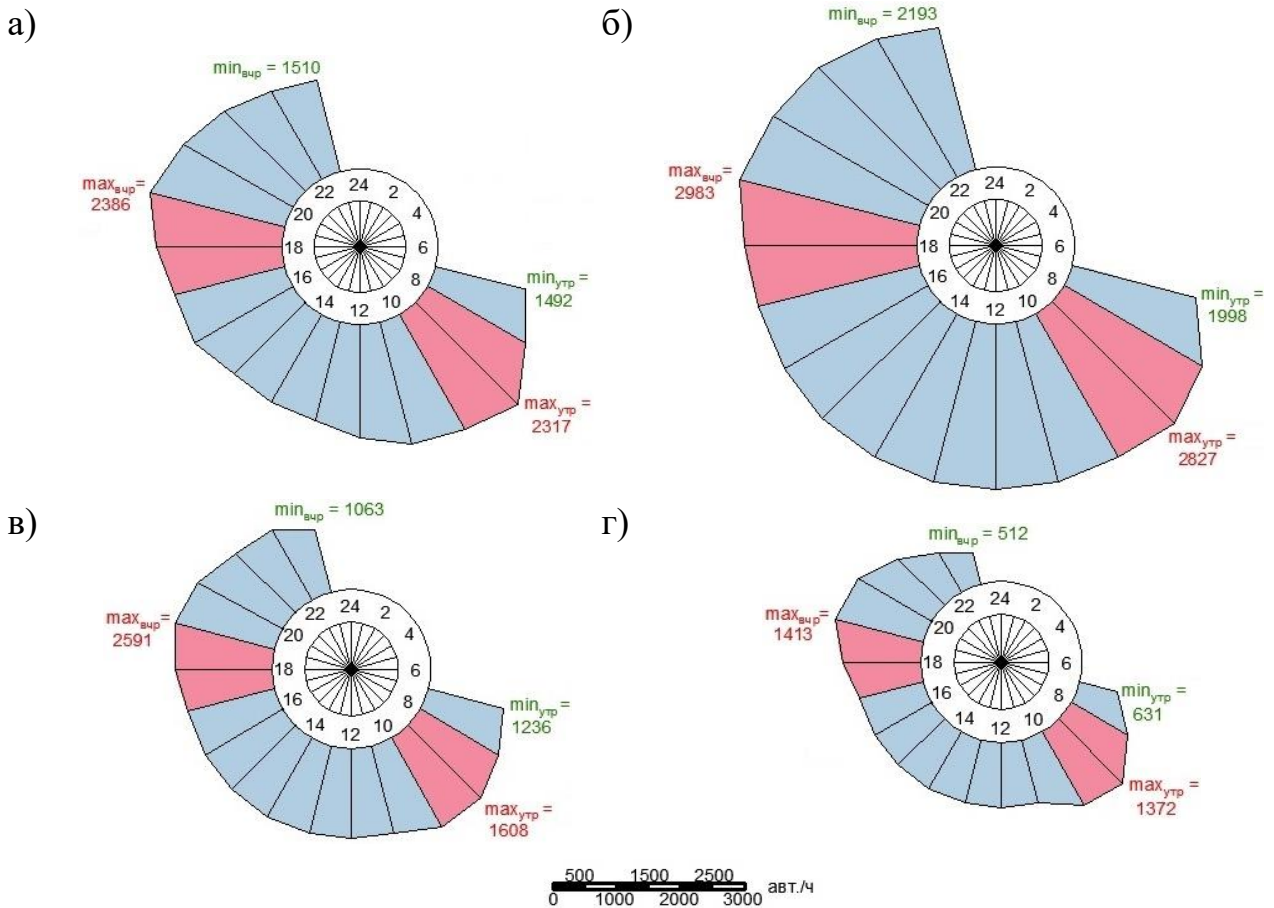


Рисунок 3.2 – Эпюры интенсивности движения по часам суток

- а) ул. Комсомольская: перегон от ул. Автовокзальной до пер. Дарвина;
- б) ул. Октябрьская: перегон от ул. Красноармейской до ул. 60 лет Октября;
- в) ул. Metallургов: перегон от Московского ш. до ул. Раздольной;
- г) ул. Московская: перегон от ул. Старомосковской до ул. Ляшко

Проведенный анализ показал, что пиковый период приходится на 8⁰⁰–10⁰⁰ ч в утреннее время и 17⁰⁰–19⁰⁰ ч – в вечернее время.

Полученные результаты исследований использовались для достоверного определения параметров потока автомобильного транспорта и классификации дорог г. Орла. При установленной надежности $\gamma = 0,95$ значение минимального числа измерений интенсивности, скорости и состава транспортного потока в утренние часы пик в течение 3-х месяцев определено равным 24 (8 измерений в месяц, 2 – в неделю). Последующие измерения проводились на 278 элементах улично-дорожной сети города Орла согласно определенному выше минимальному значению в утренние часы пик в будние дни (вторник, среда, четверг) в течение следующих

месяцев: январь, апрель, июнь, июль, сентябрь, октябрь, охватывая, таким образом, теплый и холодный периоды года.

Исследования состояния окружающей среды проводились совместно с Орловским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Замеры выбросов осуществлялись в дни, которые соответствуют метеорологическим условиям, наиболее повторяющимся для данного периода года, а также в дни, в которые наблюдались как наиболее благоприятные, так и наиболее неблагоприятные условия для распространения и накопления загрязнений.

Пробы воздуха отбирались в специальные емкости непосредственно в пункте обследования на уровне 1,5 м от поверхности земли, после чего они обрабатывались в специализированной лаборатории Орловского ЦГМС с использованием сертифицированного оборудования. Отбор проб заключался в равномерном заполнении камеры газоанализатора воздухом в течение 5 минут с помощью ручного насоса. Для получения среднечасовой концентрации в течение часа в данном пункте отбирались три пробы (каждая за 5 минут, с интервалом 2-3 минуты) с последующим вычислением среднеарифметического значения. Отбор проб в емкости является оперативным методом и позволяет провести весь комплекс исследований в различных пунктах, независимо от их числа, как на проезжей части, так и в пешеходной зоне и, при необходимости, на территории жилой застройки.

Натурные замеры эквивалентного уровня шума, создаваемого транспортным потоком, проводились в соответствии с существующей методикой [145]. Измерения проводились в часы пик, а уровень шума фиксировался шумомером Testo-816.

Местом проведения наблюдения выбирался участок с установившейся скоростью движения на расстоянии не менее 50 м от перекрестков и остановок автомобильного транспорта. Выбор и количество точек измерения определялись в зависимости от значения улицы, ее протяженности, ширины проезжей части, продольного уклона и других факторов. Измерительный микрофон устанавливался на расстоянии $7,5 \pm 0,2$ м от оси первой полосы движения на высоте 1,5 м от поверхно-

сти земли. Первой полосой следует считать полосу, по которой движется ряд транспортных средств, ближний к точке измерения. Микрофон направлялся в сторону потока автотранспортных средств на расстоянии вытянутой руки (не менее 0,5 м).

Перед измерениями определялся диапазон колебаний уровня звука, в зависимости от которого устанавливался переключатель пределов измерения шумомера, для того, чтобы диапазон шкалы прибора охватывал наиболее характерные для данного объекта уровни звука.

Одновременно со всеми натурными исследованиями проводилось визуальное обследование и определение геометрических характеристик элемента улично-дорожной сети: длина перегона, ширина проезжей части, расстояние от объекта городского транспортного строительства до жилой застройки, наличие озеленения придорожной полосы, характер прилегающей застройки и т.д.

На следующем этапе исследований выполнялась математическая обработка результатов измерений.

Транспортный поток, движущийся по улично-дорожной сети и состоящий из множества автомобилей, представляет собой дискретное и вероятностное явление, но он может быть рассмотрен и как имеющий непрерывную и детерминированную природу, когда автомобили движутся в группе. В этом случае поток отображается как стационарное явление, представленное общей средней скоростью, плотностью потока и интенсивностью движения автомобилей, каждый из которых имеет стохастические характеристики [146].

Так как информация о параметрах дорожного движения имеет вероятностный характер, необходимо выполнять измерения в течение фиксированных интервалов времени, а затем усреднять полученные результаты.

При сборе и усреднении информации о дорожном движении за фиксированный период времени возникает ряд проблем. Если время усреднения слишком велико, то трудно обнаружить быстрые изменения в условиях движения, а если мало – трудно получить точные оценки из-за разброса информации.

Рассмотрим подсчет числа автомобилей. Проходящих мимо фиксированной точки дороги за период времени T . Пусть q – интенсивность движения, а P_n – вероятность того, что за время T подсчитано n автомобилей. Поток прибытия автомобилей считаем пуассоновским потоком, что справедливо для умеренных значений интенсивности движения. Тогда

$$P_n = \frac{(qT)^n}{n!} e^{-qT}. \quad (3.3)$$

Для пуассоновского потока среднее значение числа прибывающих автомобилей μ и дисперсия σ^2 одинаковы:

$$\mu = \sigma^2 = qT, \quad (3.4)$$

т.е., отношение среднего квадратического отклонения к среднему значению равно:

$$\frac{\sigma}{\mu} = \frac{1}{\sqrt{qT}}. \quad (3.5)$$

Для выбора значения T необходимо задаться некоторым ограничением на σ/μ . По методике [144] время измерения интенсивности составляет 15 минут.

Пусть n_1, n_2, \dots, n_m результаты подсчета числа автомобилей в сериях, каждая из которой продолжалась в течение интервала времени T , причем индексы соответствуют различным неперекрывающимся интервалам времени. Каждое n_i распределено в соответствии с нормальным законом $N(\mu, \sigma^2)$ с плотностью распределения:

$$f(n) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left\{-\frac{(n-\mu)^2}{2\sigma^2}\right\}. \quad (3.6)$$

Измерение интенсивности движения – это оценка величины $\mu = qT$ по значениям одинаково распределенных случайных чисел n_1, n_2, \dots, n_m . Если μ и $\hat{\sigma}^2$ представляют собой несмещенные, с минимальной дисперсией оценки математического ожидания μ и дисперсии σ^2 по выборке из генеральной совокупности, подчиняющейся распределению вероятностей с плотностью (3.6), то имеем:

$$\hat{\mu} = \bar{n} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m n_i; \quad (3.7)$$

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (n_i - \bar{\mu})^2. \quad (3.8)$$

Оценка n также является случайной переменной и имеет распределение $N(\mu, \sigma^2/m)$, т.е.

$$f(n) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma / \sqrt{m}} \exp \left\{ -\frac{(n - \mu)^2}{2\sigma^2/m} \right\}. \quad (3.9)$$

С помощью этого распределения можно найти доверительный интервал для μ .

В случае транспортного движения величина σ^2 неизвестна, поэтому необходимо использовать несмещенную оценку $\hat{\sigma}^2$, задаваемую выражением (3.8), и ввести случайную переменную

$$t = \frac{n - \mu}{\hat{\sigma} / \sqrt{m}}.$$

Хотя t не подчиняется нормальному распределению, поскольку $\hat{\sigma}$ само является случайной переменной, известно, что t подчинено распределению Стьюдента с плотностью:

$$f(t) = \frac{\Gamma\left(\frac{\varphi+1}{2}\right)}{\sqrt{\varphi\pi}\Gamma\left(\frac{\varphi}{2}\right)} \left(1 + \frac{t^2}{\varphi}\right)^{-(\varphi+1)/2},$$

где φ – число степеней свободы, а Γ – гамма-функция (обобщенный факториал).

Отсюда, определяем t_0 для данного интервала доверительной вероятности α $[-\theta_0; \theta_0]$ как

$$\alpha = 2 \int_t^{\infty} f(t) dt,$$

то доверительные границы задаются выражениями:

$$\mu_l = n - \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{m}} t_0; \quad \mu_u = \hat{n} + \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{m}} t_0.$$

Величина t_0 , соответствующая заданному доверительному коэффициенту $1-\alpha$, принимает различные значения для различных степеней свободы φ .

Для расчета суточной интенсивности движения автотранспорта на городских улицах использовалась Методика определения интенсивности для дорог с бимодальным (с четко выраженными экстремальными точками: утренний и вечерний пик, дневной и ночной минимум) и унимодальном (одновершинном) распределением интенсивности движения в течение суток [147].

$$N_{сут} = \frac{N_{утр} \times T_2}{\operatorname{arth} \sqrt{1 - \frac{N_{дн}}{N_{утр}}}} \left[\sqrt{1 - \frac{N_{дн}}{N_{утр}}} + th \left(\frac{T_1}{T_2} \times \operatorname{arth} \sqrt{1 - \frac{N_{дн}}{N_{утр}}} \right) \right] + \frac{N_{вечер} \times T_3}{\operatorname{arth} \sqrt{1 - \frac{N_{дн}}{N_{вечер}}}} \left[\sqrt{1 - \frac{N_{дн}}{N_{вечер}}} + th \left(\frac{24 - (T_1 + T_2 + T_3)}{T_3} \times \operatorname{arth} \sqrt{1 - \frac{N_{дн}}{N_{вечер}}} \right) \right], \quad (3.10)$$

где $N_{утр}$ – интенсивность автомобилей в утренний час пик, авт./ч;

$N_{вечер}$ – интенсивность автомобилей в вечерний час пик, авт./ч;

$N_{дн}$ – интенсивность автомобилей в дневной минимум, авт./ч;

T_1 – промежуток времени между ночным минимумом и утренним максимумом интенсивности движения, час;

T_2 – промежуток времени между утренним максимумом и дневным минимумом интенсивности движения, час;

T_3 – промежуток времени между дневным минимумом и вечерним максимумом интенсивности движения, час;

$$th(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}; \quad \operatorname{arth}(x) = \frac{1}{2} \ln \frac{1+x}{1-x}.$$

Применение формулы (3.10) не ограничено местными условиями.

Используемый метод существенно снижает трудоемкость при высокой достоверности получаемых результатов. Погрешность от фактически наблюдаемой интенсивности за сутки, по сравнению с круглосуточными наблюдениями, не превышает 20%.

Величина предельной относительной ошибки может быть определена по формуле (3.11)

$$\begin{aligned} \Delta N_{\text{сут}} = & \frac{\partial N_{\text{сут}}}{\partial N_{\text{утр}}} \times \Delta N_{\text{утр}} + \frac{\partial N_{\text{сут}}}{\partial N_{\text{дн}}} \times \Delta N_{\text{дн}} + \frac{\partial N_{\text{сут}}}{\partial N_{\text{вечер}}} \times \Delta N_{\text{вечер}} + \\ & + \frac{\partial N_{\text{сут}}}{\partial T_1} \times \Delta T_1 + \frac{\partial N_{\text{сут}}}{\partial T_2} \times \Delta T_2 + \frac{\partial N_{\text{сут}}}{\partial T_3} \times \Delta T_3, \end{aligned} \quad (3.11)$$

где $\Delta T_1, \Delta T_2, \Delta T_3, \Delta N_{\text{утр}}, \Delta N_{\text{вечер}}, \Delta N_{\text{дн}}$ - ошибки определения координат экстремальных точек в абсолютных единицах.

Следующим этапом обработки полученных результатов измерений, при которых могла возникнуть ошибка – это определение погрешности приборов для измерения концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (газоанализатора) и шумовых характеристик (шумомера). Погрешность средства измерения – одна из важнейших его характеристик.

Для определения качественного и количественного состава поллютантов, находящихся в атмосферном воздухе, был использован газоанализатор ГАНК-4АР, предназначенный для автоматического непрерывного контроля концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе, в воздухе рабочей зоны, в промышленных выбросах и технологических процессах в целях охраны окружающей среды, обеспечения безопасности труда и оптимизации технологических процессов.

Данный газоанализатор внесен в государственный реестр средств измерений №24421–09, Свидетельство RU.C.31.076.A №36646.

Технические характеристики газоанализатора:

1. Диапазон измеряемых концентраций:

– среднесуточная предельно допустимая концентрация – от 0,5 ПДК_{с.с.}, мг/м³;

– предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны – до 20 ПДК_{р.з.}, мг/м³;

2. Время измерений – 10-30 с;

3. Погрешность измерений – не более 20%;

4. Предел допускаемой дополнительной погрешности, обусловленной влиянием температуры и давления, а также содержанием неизмеряемых компонентов газовой смеси от основной погрешности – не более $\pm 0,6\%$;

5. Продолжительность отбора пробы с использованием встроенных датчиков – не более 20 с.

6. Диапазоны измерений газоанализатора ГАНК-4, мг/м³

№ п/п	Наименование вещества	Формула	ГАНК-4АР
1	Азота диоксид	NO ₂	0,02-40
2	Азота оксид	NO	0,3-100
3	Ангидрид сернистый	SO ₂	0,025-200
4	Ангидрид серный	SO ₃	0,05-20
5	Кислород	O ₂	(1-24)% об
6	Пыль (10%>SiO ₂ >2%)	-	0,075-80
7	Пыль (20%>SiO ₂ >10%)	-	0,75-40
8	Пыль (70%>SiO ₂ >20%)	-	0,05-40
9	Пыль (SiO ₂ <2%)	-	0,08-120
10	Пыль (SiO ₂ >20%+CaO>60%)	-	0,03-40
11	Пыль (SiO ₂ >70%)	-	0,03-40
12	Сажа	-	0,025-80
13	Углеводороды	C ₁ -C ₁₂	0,75-6000
14	Углеводороды	C ₁ -C ₅	0,75-1000
15	Углеводороды	C ₆ -C ₁₂	0,75-6000
16	Углерода оксид	CO	1,5-400
17	Углерода диоксид	CO ₂	0,1-10% об
18	Свинец и соединения	-	0,0001-0,2

7. Условия применения газоанализатора:

– температура окружающего воздуха: от + 5 до + 50°C; с использованием термостата – от минус 50°C;

– относительная влажность до 80 % при температуре плюс 35°C.

– атмосферное давление от 86 до 106,7 кПа.

Для определения шумовых характеристик использовался шумомер Testo-816, который предназначен для высокоточных измерений уровня шума в широком диапазоне.

Технические данные шумомера Testo-816:

1. Рабочий частотный диапазон 31,5 Гц – 8 кГц;

2. Диапазон измерения уровня шума – 30...80 дБ (Lo);
– 50...100 дБ (Med);

– 80...130 дБ (Н_i);

3. Основная погрешность ± 1 дБ (при опорных условиях: 94 дБ на частоте 1 кГц);

4. Длительность цикла измерения: 1 с (медленно) и 125 мс (быстро).

Используемые измерительные приборы имеют действующие свидетельства о поверке, и их технические характеристики удовлетворяют необходимым требованиям для проведения эксперимента.

Результаты анализа проведенных натурных исследований после выполненной математической обработки приведены в разделе 3.3.

3.2 Декомпозиция факторов экологической безопасности объектов городского транспортного строительства

Для анализа и систематизации всего многообразия факторов, влияющих на возможность формирования неблагоприятной экологической ситуации и определяющих экологическую безопасность объектов городского транспортного строительства на принципах биосферной совместимости, в работе использован иерархический подход. Декомпозиция таких факторов по иерархии позволит детализировать и конкретизировать последние с целью организации мониторинга состояния городской среды в целом и экологической безопасности ОГТС в частности [148]. Так, на рисунке 3.3 представлена схема, отражающая взаимодействие факторов при обеспечении экологической безопасности объектов городского транспортного строительства.

Согласно принципу 2 матрицы преобразования города в биосферосовместимый и развивающий человека, среди наиболее значимых факторов, обуславливающих экологическую безопасность ОГТС, можно выделить дестабилизирующие и стабилизирующие факторы.

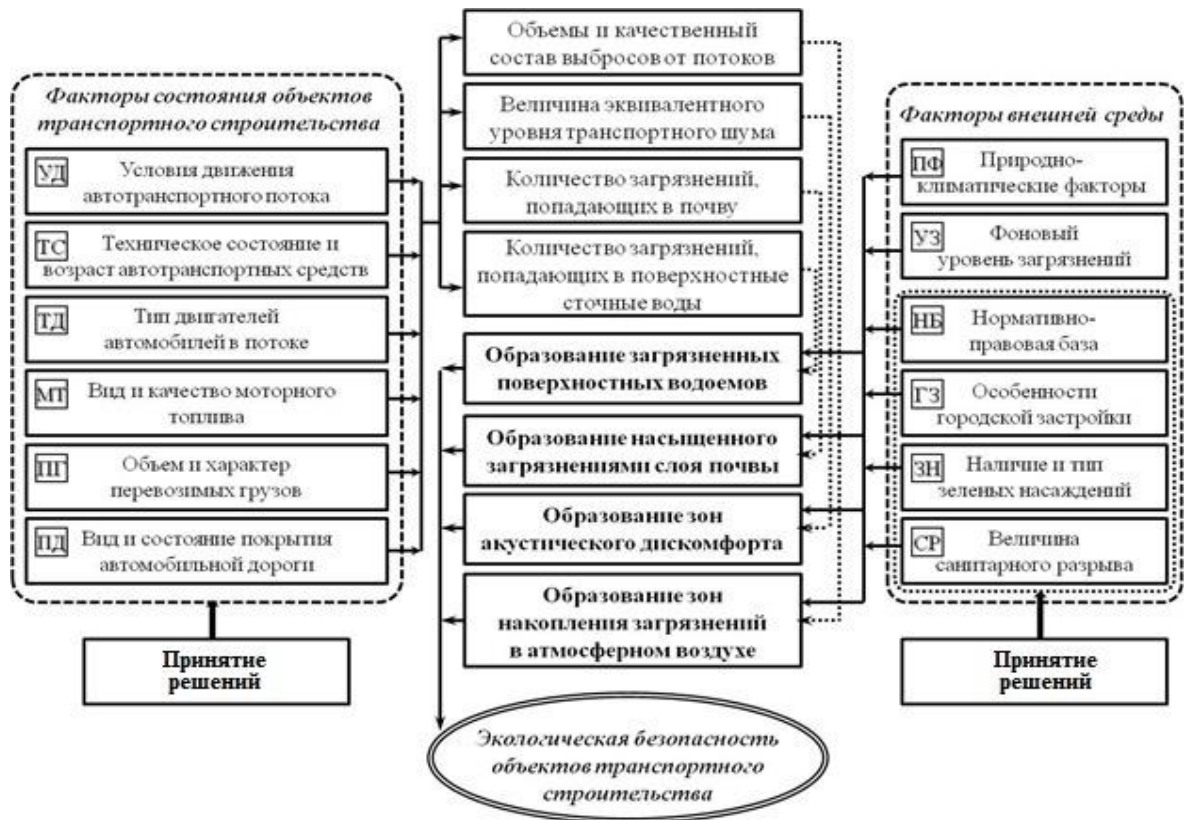


Рисунок 3.3 – Схема взаимодействия факторов при обеспечении экологической безопасности объектов транспортного строительства

Первая группа дестабилизирующих факторов – это *условия движения автотранспортного потока*, к которым относятся:

УД1 – Интенсивность потока (количество автомобилей, проходящих заданное сечение автодороги в обоих или одном направлениях за единицу времени). Характеризует уровень загруженности городских автодорог и в значительной степени определяет объемы эмиссии вредных примесей в атмосферу и поверхностный сток, а также шумовое загрязнение акустической среды. Так, например, при значениях интенсивности транспортного потока от 10 000 до 50 000 авт./сут. вокруг автодороги возникают зоны шириной до 500 м, которые характеризуются ярко выраженным высоким уровнем негативного химического и шумового воздействия, но формируются не постоянно, а при определенных метеоусловиях и в определенное время суток. Автодороги с интенсивностью транспортного потока около 50 000 авт./сут. (и выше) формируют устойчивые зоны (шириной ~ 400 м), где постоянно наблюдаются превышения ПДК и ПДУ. При неблагоприятных метеоусловиях их

ширина увеличивается до 1 000 м, а воздействие потоков автотранспорта является полностью определяющим. На автодорогах с интенсивностью транспортного потока до 10 000 авт./сут. вышеуказанные зоны составляют до 50 м и формируются периодически при резком возрастании количества автотранспортных средств в потоке и/или изменении его структуры [149].

Следует отметить, что размеры зон химического загрязнения воздушного бассейна больше по площади, чем зоны, образуемые любыми другими видами загрязнений. Кроме того, они включают в себя зоны акустического дискомфорта, что усугубляет неблагоприятную экологическую ситуацию.

УД2 – Геометрические характеристики улично-дорожной сети (УДС) оказывают прямое влияние на режимы движения и, соответственно, количество и структуру вредных выбросов в атмосферу, уровень шумового воздействия, формирование поверхностного стока и насыщение почвы загрязняющими веществами.

УД3 – Разнородность состава потока транспорта (различные доли автотранспортных средств, относящихся к легковым, грузовым автомобилям, автобусам и др. типам) способствует дополнительному увеличению объемов выбросов загрязнений в атмосферный воздух, почву и поверхностный сток. Кроме того, возрастание долей грузовых автомобилей и автобусов в потоке приводит к общему увеличению шума.

УД4 – Скоростной режим потоков транспорта также оказывает большое влияние на загрязнение природной среды в зоне влияния автодорог. Следует отметить, что скорость движения автомобилей является функцией плотности и состава потока. Однако нами она выделена в качестве отдельного фактора, так как существует возможность непосредственного управления им.

УД5 – Организация дорожного движения, безусловно, является одним из приоритетных факторов, определяющих формирование неблагоприятной экологической ситуации на территории городских автодорог и прилегающих к ним территориях. Так, транспортный поток, находящийся в состоянии затора, создает более мощный источник ингредиентных выбросов в атмосферу, нежели движущийся с различной скоростью поток.

УДб – Уровень квалификации водителей, а также их ответственности на дороге, может оказывать существенное влияние как на формирование дополнительных вредных выбросов и повышенного уровня шума, так и, наоборот, на повышение экологичности перевозочного процесса.

Следует отметить, что все факторы УД-1,2,3,4,5,6 не являются строго независимыми. Например, на уровень загруженности автодороги будут оказывать влияние скоростной режим и состав потока, геометрические характеристики УДС, качество регулирования дорожного движения, а также квалификация водителей и погодные условия, которые могут стать причиной дополнительного снижения пропускной способности на определенных участках сети автодорог.

Описанные выше факторы условий движения транспортного потока, характеризующие в совокупности с другими состоянием объектов транспортного строительства, могут быть детализированы следующей схемой (рисунок 3.4).



Рисунок 3.4 – Декомпозиция фактора «Условия движения автотранспортного потока»

Аналогичным образом можно выполнить декомпозицию и других факторов, оказывающих воздействие на экологическую безопасность объектов транспортного строительства, уточняя их адресность.

Вторая группа дестабилизирующих факторов – это *техническое состояние и возраст автотранспортных средств*. Этот фактор определяется:

- общей структурой автопарка города по типуажу, маркам, видам собственности автомобилей, его техническим состоянием и сроком эксплуатации;
- требованиями нормативной и законодательной баз (технические регламенты, стандарты, Правила ЕЭК ООН и др.);
- уровнем производственно-технической базы, осуществляющей сервис и ремонт автомобилей и уровнем качества предоставляемых услуг технического сервиса, от которого во многом зависит экологическая безопасность ОТС;
- социальным аспектом, а именно, осознанием ответственности владельцами автомобилей за поддержание их в технически исправном состоянии.

Следующие группы факторов дестабилизирующих связаны со структурой транспортного потока, применяемым типом двигателей и топлив, состоянием дорожного покрытия:

ТД – Структура потока автотранспорта по типу двигателей (карбюраторных и дизельных) составляющих его автомобилей. В настоящее время предпринимаются многочисленные попытки повышения экономичности и экологичности двигателей. Ведутся разработки конструкции автомобилей, оснащенных гибридными, пневматическими, электродвигателями, в т.ч. на солнечных батареях, а также двигателями с водородными топливными элементами.

МТ – Вид и качество моторного топлива, применяемого для автотранспортных средств, составляющих поток. Растущий интерес к альтернативным видам топлива обусловлен существенными соображениями: альтернативные виды топлива дают меньше выбросов, усиливающих смог и загрязнение воздуха, производятся из неисчерпаемых запасов. В настоящее время определено несколько альтернативных видов топлива. Некоторые из них уже широко используются, другие еще не повсеместно доступны или находятся в экспериментальной стадии. Но все обладают потенциалом для обеспечения полной или частичной замены бензина и дизельного топлива. К таким видам топлива относят: природный газ, электричество, водород, пропан, биодизельное топливо, метанол, этанол и топливо серии Р, представляющее собой смесь этанола, газоконденсатной жидкости и вспомогательного растворителя, полученного из биомассы.

ПГ – Объем и характер перевозимого груза. Объем груза, перевозимого автотранспортными средствами, непосредственно влияет на выбросы загрязняющих веществ. Перевозка опасных грузов по территории населенных пунктов может послужить причиной взрыва, пожара или повреждения технических средств, устройств, зданий и сооружений, а также гибели, травмирования и заболевания людей и нанесения вреда окружающей природной среде.

ПД – Состояние покрытия автомобильной дороги, которое характеризуется такими параметрами, как вид покрытия, его шероховатость и ровность. От вида и качества дорожного покрытия во многом зависит скорость его износа, что влияет на пылеобразование, а также на распространение вибраций, ввиду движения автомобилей по неровным участкам дорог.

На формирование размеров зон неблагоприятной экологической ситуации, их количественные и качественные характеристики прямое влияние оказывают различные внешние факторы:

ПФ – Природно-климатические факторы такие, как метеорологические условия: скорость ветра, стратификация атмосферы, туманы, осадки, солнечная радиация, а также рельеф местности.

Так, характер загрязнения воздушного бассейна в городе в значительной степени зависит от преобладающих для данной территории и данного периода времени *скорости* (при скоплении вредных примесей) и *направления* (при распространении примесей) *ветра*. Например, для низких источников вредных выбросов, к которым относятся автотранспортные средства, повышенный уровень загрязнения атмосферного воздуха отмечается уже при слабых ветрах (0–1 м/с) за счет скопления примесей в приземном слое.

При выбросах от высоких источников (трубы и вытяжные устройства автотранспортных предприятий) максимальные концентрации загрязнения наблюдаются при скоростях движения ветра в пределах 1–7 м/с в зависимости от скорости выхода газовой смеси из устья источника.

Стратификация атмосферы (прежде всего, инверсия температуры воздуха, когда его нижние слои холоднее верхних) оказывает значительное влияние на скопление загрязняющих веществ в атмосфере. Инверсионный слой ограничивает подъем выбросов и способствует его накоплению (на 10-60 %). При этом для выбросов, поступающих от потоков автотранспорта, имеет значение приземная инверсия: увеличение температуры от земной поверхности. Она часто связана с охлаждением воздуха в нижней тропосфере за счет затрат тепла на испарение воды или таяние снега и льда.

Вышеуказанные параметры также определяют скорость распространения звуковой энергии и степень затухания амплитуды звукового давления в различных пространственных направлениях.

Туманы относятся к аномальным метеорологическим условиям, при которых значительно возрастает опасность загрязнения воздушного бассейна, так как в них увеличивается концентрация вредных примесей из-за поглощения последних каплями воды. Растворение окислов серы и азота в каплях тумана приводят к образованию более токсичных кислот.

Осадки, особенно если они длительные и интенсивные, с одной стороны, очищают воздух от примесей, с другой – приводят к снижению скорости движения и появлению заторов на автодорогах и тем самым ведут к увеличению вредных выбросов от потоков автотранспорта. Кроме того, они в значительной мере определяют количество загрязненных поверхностных сточных вод.

Солнечная радиация влияет на образование фотохимического смога.

Наиболее важным является комплексный показатель сложившихся метеорологических условий. Например, в городах большую опасность представляет сочетание приземной инверсии температуры со слабыми ветрами (ситуация застоя воздуха). Это достаточно часто наблюдается в дневные часы теплого полугодия при антициклонической погоде.

На уровень загрязнения воздушного бассейна, а также на условия стекания поверхностного стока влияет *рельеф местности*. Так, наличие даже сравнительно

невысоких возвышенностей существенно изменяет микроклимат в отдельных районах, а также характер рассеивания химических загрязнений и звуковых волн. В пониженных формах рельефа чаще застаивается воздух. Под влиянием неровностей местности изменяется движение и турбулентный режим воздушных потоков, что вызывает существенное перераспределение концентрации загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух от объектов ОТС.

УЗ – Фоновый уровень загрязнения атмосферного воздуха и других компонентов окружающей среды определяется как природными, так и антропогенными факторами. Для потоков автотранспорта загрязнения, поступающие от стационарных источников, объем которых определяется установленными нормативами ПДС, ПДВ и т.п., являются фоновыми.

ГЗ – Особенности городской застройки. Рассеивание вредных примесей в приземном слое застроенных территорий (например, жилых районов) имеет свои характерные особенности и существенно отличается от аналогичных процессов, наблюдаемых над протяженной земной или водной поверхностью. Препятствия в виде городских строений, встречающиеся на пути распространения воздуха, становятся причиной возникновения *циркуляционных зон*, которые характеризуются слабым воздухообменом с окружающим воздухом и развитой циркуляцией по замкнутым контурам. Это приводит к тому, что загрязняющие вещества, попадающие в подобные области (чему способствует пониженное в них давление), накапливаются до концентраций, превышающих ПДК. Сплошная высотная застройка городских улиц создает условия, когда воздушные потоки в нижней тропосфере практически отсутствуют, что приводит к значительному скоплению и застою вредных примесей в приземных слоях. Вредные примеси, эмиссированные от потоков автотранспорта, попадают практически полностью в циркуляционные зоны жилых домов.

Архитектурно-планировочные решения городской застройки оказывают не только существенное влияние на процессы рассеивания загрязнений в атмосферном воздухе, но и определяют дальность распространения шума от его источников. Так, ширина зон акустического дискомфорта вдоль автодорог в дневные часы может достигать 700-1000 м в зависимости от типа прилегающей застройки.

Согласно принципу 2 матрицы преобразования города в биосферосовместимый и развивающий человека, к **стабилизирующим** факторам можно отнести наличие и тип зеленых насаждений и величину санитарного разрыва между техногенным источником и объектом, находящимся в зоне его влияния.

ЗН – Наличие и тип зеленых насаждений. Для защиты воздушного бассейна от физических и химических загрязнений предусматриваются санитарно-защитные зоны, в том числе вдоль автодорог (с обеих сторон). В них высаживают деревья и кустарники различного вида и в определенном порядке [150; 151]. Зеленые насаждения оказывают газозащитный и шумозащитный эффекты, связанные с предотвращением распространения вредных примесей и негативной звуковой энергии. Эти эффекты зависят от способа озеленения, пород деревьев и кустарников, времени года. Так, в летнее время деревья накапливают до 40-50 % пыли, в весенне-осеннее – 25-40 % [152], а уровень шума они снижают в среднем на 6-13,5 дБА, в том числе и в безлистном состоянии на 2-6 дБА [153].

СР – Величина санитарного разрыва – это расстояние от объекта городского транспортного строительства до объекта (например, до границы жилой застройки), попадание которого в экологически неблагоприятную зону нежелательно.

На основе выявленных в ходе декомпозиции факторов обеспечения экологической безопасности объектов городского транспортного строительства был проведен натурные исследования экологической безопасности природной среды в зоне воздействия этих объектов.

3.3 Результаты обследования состояния объектов городского транспортного строительства (на примере улично-дорожной сети г. Орла)

Анализ результатов обследования улично-дорожной сети и характеристик транспортного потока позволил сделать следующие общие выводы. Так, в «часы пик» на 45 % исследуемых улиц г. Орла значение интенсивности транспортного потока составляет более 1000 авт./ч и более 15 тыс. авт./сут. Более того, приблизительно на 5 % улиц (центральные и/или примыкающие к ним) $N_{AT} \geq 2500 \div 3000$ и более авт./ч. Это обстоятельство способствует тому, что при возможных неблагоприятных метеорологических условиях возникает вероятность появления экологически неблагоприятных зон на придорожной территории с высоким уровнем химического и физического загрязнения. Ситуация на центральных и примыкающих к ним улицах с высокой степенью интенсивности движения характеризуется не только сложными транспортными условиями, а еще и возможностью формирования устойчивых экологически неблагоприятных зон, приводящих к деградации окружающей природной среды.

В пределах выборки доля грузовых автомобилей и автобусов в потоке, в зависимости от участка улично-дорожной сети, составляет до 36 %, в том числе Q_z – до 11 %, $Q_{авт.}$ – до 25 %. Скоростной режим меняется от 30 до 60 км/ч (таблица 3.1).

Результаты обследования улично-дорожной сети города Орла представлены в Приложении А.

Таблица 3.1 – Результаты мониторинга перегонов улиц Советского района г. Орла (часть выборки)

п/п	Наименование элемента УДС – перегона	$N_{\text{АТут}}$ авт./ч	$N_{\text{АТв}}$ авт./ч	$Q_{z, \text{aвт.}}$ %	Q_z %	$Q_{\text{aвт.}}$ %	v , км/ч	s , м	l , м	Шум, дБА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ул. 60 лет Октября: перегон от ул. Максима Горького до ул. Октябрьская	2341	2459	11	1	10	35	438	18	69
2	ул. Октябрьская: перегон от ул. Красноармейская до ул. 60 лет Октября	1604	1776	11	3	8	40	391	15	74
3	ул. Октябрьская: перегон от ул. Гуртьева до ул. Красноармейская	1444	1574	11	4	7	40	280	15	73
4	ул. Октябрьская: перегон от ул. Пионерская до ул. Гуртьева	2191	2344	15	5	10	36	138	15	76
5	ул. Октябрьская: перегон от бульвар Победы до ул. Пионерская	2131	2323	15	4	11	35	268	15	73
	ул. Октябрьская: перегон от ул. Полесская до бульвар Победы	2148	2363	15	4	11	32	262	15	62
7	ул. Октябрьская: перегон от Дворянского гнезда до ул. Полесская	973	1022	7	2	5	35	462	15	61
8	Октябрьская: перегон от ул. Игнатова до ул. Строительная д. Жилина	1578	1152	21	18	3	50	352	12	63
9	ул. Октябрьская: перегон от ул. Приборостроительная до ул. Игнатова	1310	1415	17	7	10	48	628	12	65
10	ул. Октябрьская: перегон от ул. 60 лет Октября до ул. Приборостроительная	1759	1952	17	5	12	48	396	12	60

На основе данных мониторинга по известной модели (формула 3.12) были рассчитаны теоретические значения мощности эмиссии загрязняющих веществ в атмосферный воздух отдельно для каждого компонента, позволяющие определить концентрации рассматриваемых загрязняющих веществ в различных точках пространства на основе Гауссова рассеяния примесей в атмосфере в зависимости от скорости и направления ветра, а также расстояния от проезжей части (формула 3.13).

$$q_i = 0,206 m \left[\left(\sum_1^i G_{iK} \cdot N_{iK} \cdot K_K \right) + \left(\sum_1^i G_{iД} \cdot N_{iД} \cdot K_Д \right) \right], \quad (3.12)$$

где m – коэффициент, учитывающий дорожные и транспортные условия, принимается в зависимости от средней скорости транспортного потока;

$G_{iK}, G_{iД}$ – средний эксплуатационный расход топлива для данного типа двигателя автомобилей (карбюраторный, дизельный), принимается по таблице, л/км;

$N_{iK}, N_{iД}$ – интенсивность движения каждого выделенного типа двигателя автомобилей, авт./час;

$K_K, K_Д$ – коэффициенты, принимаемые для данного компонента загрязнения для типа двигателя автомобиля, принимается по таблице.

$$C_i = \frac{2q_i}{\sqrt{2\pi}\sigma v_B \sin \varphi} + F_i, \quad (3.13)$$

где σ – стандартное отклонение Гауссова рассеяния в вертикальном направлении, м;

v_B – скорость ветра, преобладающего в расчетный период, м/с;

φ – угол, составляемый направлением ветра к трассе дороги, при $\varphi \leq 30$ принимается $\sin \varphi = 0,5$;

F_i – фоновая концентрация загрязнения воздуха, мг/м³.

Также от Орловского ЦГМС были получены данные о концентрациях поллютантов в долях предельно допустимых среднесуточных концентраций данных веществ, собранные в результате совместной работы в ходе мониторинга.

Придорожная полоса в большинстве случаев имеет небольшую ширину (от 5 до 35 м) от края проезжей части элемента УДС до границы жилых, общественных и других зданий исторически сложившейся застройки, что также способствует возникновению экологически опасных зон, в пределах которых уровень химического и акустического воздействия превышает санитарно-гигиенические нормы. Узкая полоса не позволяет обеспечить ширину полос зеленых насаждений, при которой обеспечивается эффективное снижение загазованности и шумового загрязнения от транспорта.

Наиболее распространенным видом озеленения на улицах г. Орла является однорядная посадка деревьев с диаметром кроны до 5 м. Даже в случаях, если расстояние от застройки до границы элемента УДС позволяет осуществить более эффективную многорядную посадку деревьев, зачастую уровень озеленения не соответствует требуемым нормам.

Результаты исследования загрязнения акустической среды на территории, подверженной влиянию объектов городского транспортного строительства, показали, что в связи с большой интенсивностью движения автомобильного транспорта на исследуемых участках и близостью расположения жилой застройки к проезжей части уровень шума принимает значения от 41 до 81 дБА.

3.4 Численные исследования показателя биосферной совместимости городской среды, характеризующего ингредиентное загрязнение

С целью доказательства применения на практике предлагаемого критерия экологической безопасности для построенной модели (2.3) были выполнены численные исследования показателя биосферной совместимости урбанизированной территории (придорожной территории).

В качестве примера для расчета был выбран перегон по ул. Октябрьской от ул. Красноармейской до ул. 60 лет Октября. Длина перегона $s = 391$ м, площадь земельного участка $F_{уч} = 2,15$ га, площадь озеленения $F_{оз} = 1,08$ га. В ходе экспериментальных исследований были определены следующие параметры транспортного потока: часовая интенсивность движения автотранспортных средств на перегоне $N_{AT} = 1776$ авт./ч, доля в потоке грузовых автомобилей и автобусов $Q_{г.авт} = 11\%$, в т.ч только грузовых автомобилей $Q_г = 3\%$, только автобусов $Q_{авт} = 8\%$. По данным ГИБДД, доля грузовых автомобилей, использующих дизельное топливо, составляет 18%, а остальные используют бензин; в автобусах малого класса конструктивно применяются бензиновые и газовые двигатели.

Суточная интенсивность составляет

$$N_{свт} = \frac{4N_{AT}}{K_T \cdot K_H \cdot K_G \cdot 365} = \frac{4 \cdot 1776}{0,042 \cdot 0,144 \cdot 0,083 \cdot 365} = 38772 \text{ авт. / сут.}$$

где K_T, K_H, K_G – коэффициенты неравномерности интенсивности движения, соответственно по часам суток, дням недели, месяцам года.

Суммарный суточный пробег автомобилей

$$L_{\text{легк}} = 0,89N_{\text{СУТ}} \cdot s = 0,89 \cdot 38772 \cdot 0,391 = 34507 \text{ км};$$

$$L_2 = 0,03N_{\text{СУТ}} \cdot s = 0,03 \cdot 38772 \cdot 0,391 = 455 \text{ км};$$

$$L_{\text{авт}} = 0,08N_{\text{СУТ}} \cdot s = 0,08 \cdot 38772 \cdot 0,391 = 1213 \text{ км}.$$

По формуле (2.8) определен массовый выброс загрязняющих веществ автотранспортным потоком при движении по перегону, расчет которого представлен в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Расчетные значения массовых выбросов загрязняющих веществ

Параметр	Загрязняющие вещества				
	СО	СН	NO ₂	SO ₂	С
M ₁ , т/сут	0,2631	0,0460	0,0228	0,0013	-
M ₂ , т/сут	0,0275	0,0028	0,0013	0,0002	0,00002
M ₃ , т/сут	0,0592	0,0047	0,0072	0,0036	-
M _i , т/сут	0,3498	0,0535	0,0313	0,0051	0,00002
M _i , мг/с	11,0896	1,6936	0,9933	0,1621	0,0007
ПДК, мг/м ³	3	1	0,04	0,05	0,05
$\frac{M_i}{\text{ПДК}}$	3,6965	1,6936	24,8325	3,2420	0,0140

Результат оценки экологической ситуации в зоне влияния k -того элемента ОТС, полученный в ходе анализа фактического количества выбросов (2.7):

$$S_{\text{оуфакт}} = \left[\sum_1^p \sum_1^d \left(\frac{M_i}{\text{ПДК}_i} \right) \right] = 3,6965 + 1,6936 + 24,8325 + 3,2420 + 0,0140 = 33,4786 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Показатель уровня экологической опасности территории, находящейся в зоне влияния k -х элементов ОТС (2.6):

$$P_{оук} = \frac{S_{оу\text{факт}}}{S_{оу\text{эталон}}} = \frac{33,4786}{5} = 6,6957.$$

Для определения коэффициента, отражающего уровень опасности территории, обусловленного синергетическим воздействием загрязняющих веществ, были проведены расчеты эмиссии угарного газа, углеводородов, оксидов азота и установлены их концентрации в долях ПДК. Результаты приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Мощность эмиссии загрязняющих веществ и концентрации в долях ПДК

	Мощность эмиссии ЗВ, мг/(м/с)				Концентрации ЗВ в долях ПДК		
	СО	СН	NO ₂	SO ₂	СО	СН	NO ₂
ул. Октябрьская	0,0059	0,001213	0,000595	0,000109	0,37	0,40	0,03

$$K_{он} = \frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} = 0,37 + 0,40 + 0,03 = 0,80.$$

Количественное значение объема i -х загрязняющих веществ, образующихся от воздействия k -х элементов ОТС, находим по формуле (2.5):

$$Z_{ik} = 6,6957 \cdot 1,0 \cdot 0,3 \cdot 1,0 \cdot 0,4 \cdot 0,80 = 0,64.$$

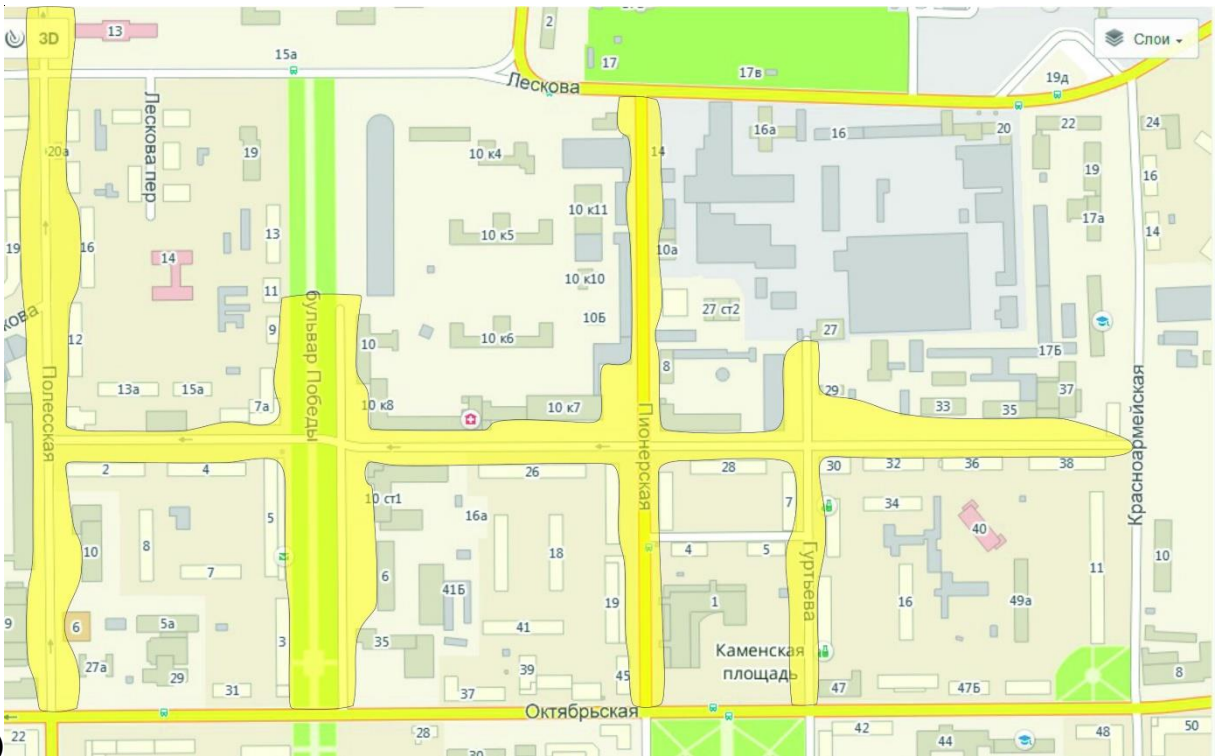
Определим максимальные значения суточной интенсивности автотранспортных средств и массового выброса угарного газа при их движении, обеспечивающие экологически безопасное состояние территории, находящейся в зоне влияния ОТС в соответствии с требованиями нормативов, которые достигаются при выполнении условия $\sum_1^d \frac{M_i}{ПДК} \leq d$, где d – количество примесей в отработавших газах автомобиля, принятых в расчете.

$$N_{эталон} = 6163 \text{ авт. / сут}, \quad M_{СО} = 0,0418 + 0,0041 + 0,0095 = 0,0554 \text{ т / сут}.$$

Газопоглощительная способность насаждений придорожной территории составляет 220-280 кг в день в расчете на 1 га [131; 132; 134], поэтому коэффициент, характеризующий количество ЗВ, утилизируемых 1 га биосферы, принимаем равным $K_{ik} = 0,25$ т/сут.



6)



B)



- а) $\eta_p = 0 \div 0,19$ – весьма неблагоприятная экологическая ситуация
 б) $\eta_p = 0,20 \div 0,36$ – относительно неблагоприятная экологическая ситуация
 в) $\eta_p = 0,37 \div 0,62$ – малоблагоприятная экологическая ситуация
 г) $\eta_p = 0,63 \div 0,79$ – относительно благоприятная экологическая ситуация

Рисунок 3.5 – Результаты пространственного анализа распространения ингредиентных выбросов на придорожных территориях элементов УДС Советского района г. Орла.

Так, на 13% исследованных перегонов УДС Советского района г. Орла экологическая ситуация характеризуется как весьма неблагоприятная ($\eta_p = 0 \div 0,19$). Это объясняется высокой интенсивностью потока автомобильного транспорта ($N = 2131 \div 3935 \text{ авт./ч}$) и очень низким уровнем озеленения придорожной территории. Например, озеленение территории, прилегающей к ул. 60 лет Октября (рисунок 3.5, а), характеризуется однорядной посадкой деревьев и наличием газонов небольшой ширины из-за достаточно близкого расположения жилой застройки к проезжей части ($k_{оз} = 0,10 \div 0,17$).

На придорожной территории 42% перегонов УДС можно наблюдать относительно неблагоприятную экологическую ситуацию ($\eta_p = 0,20 \div 0,37$) при значениях интенсивности $N = 1310 \div 1952 \text{ авт./ч}$, несмотря на наличие зеленых масси-

вов вблизи некоторых элементов дорожной сети (например, сквер им. Гуртьева, городской парк культуры и отдыха) при значениях коэффициента озеленения $k_{оз} = 0,20 \div 0,30$ (рисунок 3.5, б).

Придорожная территория с малоблагоприятной экологической ситуацией ($\eta_p = 0,38 \div 0,62$) составляет 28% от исследованных перегонов Советского района и отличается удовлетворительным уровнем интенсивности потока ($N = 509 \div 1227 \text{ авт./ч}$) и таким же невысоким уровнем озеленения этой территории $k_{оз} = 0,22 \div 0,27$.

В большинстве случаев, элементы исторически сложившейся застройки Советского района находятся на незначительных расстояниях от автомобильных дорог, что делает практически невозможным осуществление озеленения придорожной территории, приводящего к снижению ингредиентного загрязнения. Поэтому, зачастую, увеличение значения показателя биосферной совместимости возможно только за счет снижения количества автомобильного транспорта, движущегося по элементам УДС. Так, на оставшихся 17% элементов УДС данного района наблюдается относительно благоприятная ($\eta_p = 0,63 \div 0,79$) экологическая ситуация, которая характеризуется низким ($N = 156 \div 492 \text{ авт./ч}$) уровнем среднечасовой интенсивности транспортного потока и удовлетворительной степенью озеленения ($k_{оз} = 0,24 \div 0,31$) территории, находящейся в зоне влияния объекта городского транспортного строительства.

Аналогичным образом выполнен анализ пространственного распространения ингредиентных выбросов для Заводского, Железнодорожного и Северного районов города Орла, результаты которого приведены в Приложении Б.

Заводской район характеризуется наличием достаточно разветвленной улично-дорожной сети, значительную часть которой составляют перегоны с достаточно низкой интенсивностью движения транспорта (41% исследованных перегонов).

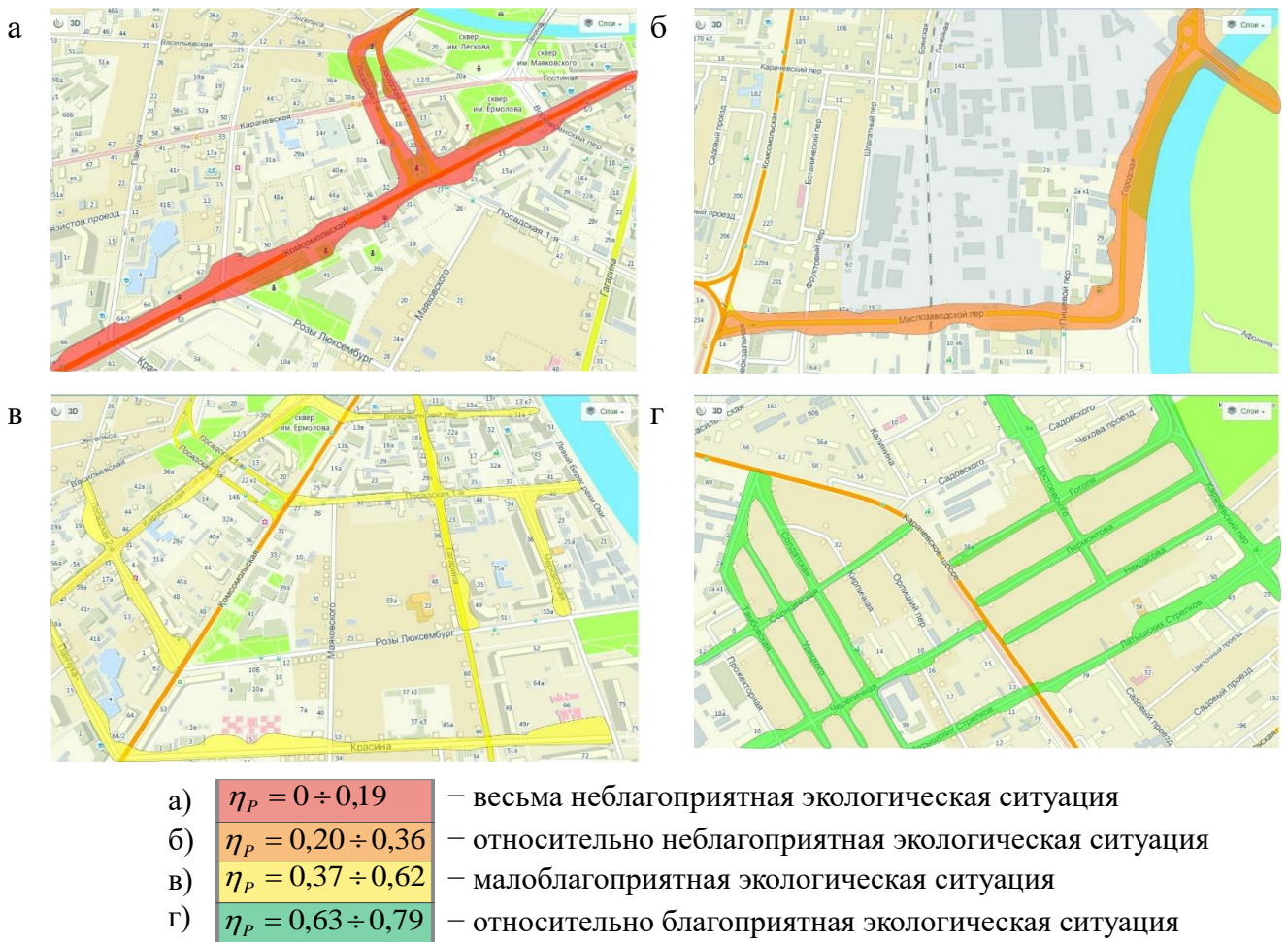


Рисунок 3.6 – Результаты пространственного анализа распространения ингредиентных выбросов на придорожных территориях элементов УДС Заводского района г. Орла

Значение показателя биосферной совместимости, характеризующего ингредиентное загрязнение атмосферного воздуха, для данных элементов автомобильных дорог достигает $\eta_p = 0,65 \div 0,77$, что позволяет сделать вывод об относительно благоприятной экологической ситуации на значительной части придорожной территории данного района (рисунок 3.6, г).

Уровень озеленения территории Заводского района несколько выше, чем в Советском районе, за исключением центральных улиц, где он также значительно отстает от нормативного значения. Так, экологическую ситуацию большей части территории, находящейся в зоне влияния объектов городского транспортного строительства, относящихся к категории дорог районного значения, можно охарактери-

зовать как малоблагоприятную, ввиду того факта, что среднечасовая интенсивность автотранспорта на данных элементах превышает значение в 650 автомобилей (рисунок 3.6, в).

На некоторых элементах транспортной сети значительное влияние на уровень ингредиентного загрязнения оказывает состав транспортного потока. Например, перегоны по пер. Маслозаводскому и ул. Городской характеризуются значительной долей грузового транспорта, часто большегрузного. Усугубляет ситуацию наличие железнодорожного переезда, что снижает их пропускную способность и увеличивает вероятность возникновения заторов (рисунок 3.6, б). В связи с этим, на данных территориях наблюдается относительно неблагоприятная экологическая ситуация.

Ул. Комсомольская – центральная улица Заводского района, характеризующаяся высокой интенсивностью движения транспорта ($N = 2126 \div 3083 \text{ авт./ч}$). Как и большинство магистральных улиц города она отличается небольшим расстоянием от проезжей части до застройки (10-15 м), что не позволяет обеспечить требуемый уровень озеленения. Имеющиеся вдоль данной улицы достаточно крупные зеленые массивы – Комсомольский сквер и Орловская станция юных натуралистов – фактически не несут достаточного рекреационного потенциала, так как находятся в непосредственной близости к источнику сильного ингредиентного загрязнения, и не выступают барьером между жилой застройкой и объектом городского транспортного строительства. Также, значительное ингредиентное загрязнение наблюдается на ул. 1-ой Посадской, соединяющей два наиболее крупных района города – Заводской и Советский. Интенсивность на данном элементе УДС так же достигает значений в $N = 1603 \div 2392 \text{ авт./ч}$, что приводит к весьма неблагоприятной экологической ситуации (рисунок 3.6, а).

Если рассматривать экологическую ситуацию Железнодорожного района г. Орла с использованием коэффициента η_p , то на 13% исследованных перегонных УДС ее можно охарактеризовать как весьма неблагоприятную ($\eta_p = 0 \div 0,19$), ввиду высокой интенсивности движущегося автотранспорта ($N = 2085 \div 3504 \text{ авт./ч}$) и низкого уровня озеленения придорожной территории из-за близкого расположения жилой застройки к проезжей части ($k_{os} = 0,10 \div 0,20$

); на 10% перегонов УДС – как относительно неблагоприятную ($\eta_p = 0,20 \div 0,37$) при значениях интенсивности $N = 1301 \div 1866 \text{ авт./ч}$ и значениях коэффициента озеленения $k_{oz} = 0,18 \div 0,27$.

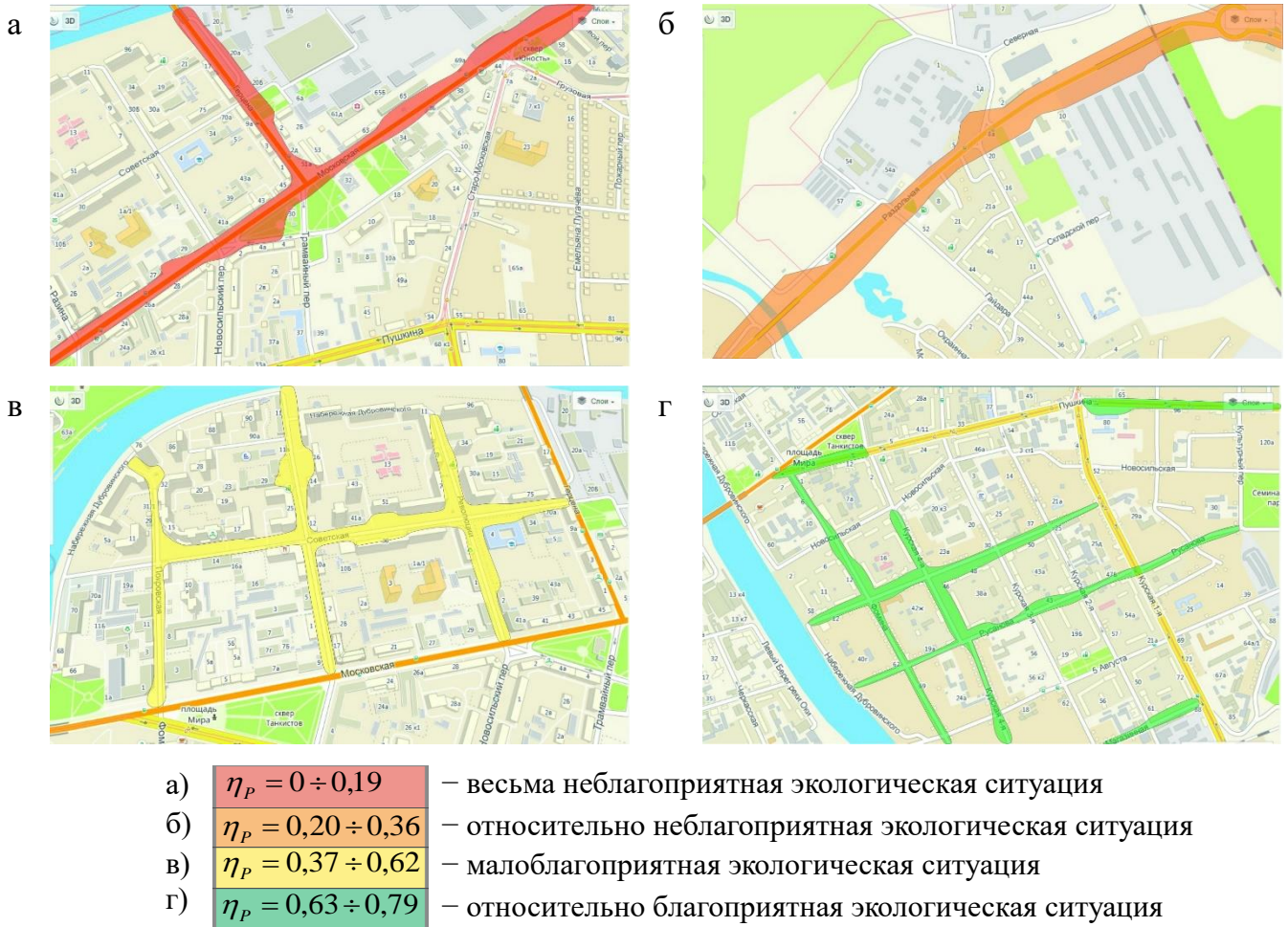


Рисунок 3.7 – Результаты пространственного анализа распространения ингредиентных выбросов на придорожных территориях элементов УДС Железнодорожного района г. Орла

На оставшихся элементах УДС данного района наблюдается малоблагоприятная ($\eta_p = 0,38 \div 0,62$) и относительно благоприятная ($\eta_p = 0,63 \div 0,79$) экологические ситуации, которые можно охарактеризовать удовлетворительным ($N = 509 \div 1227 \text{ авт./ч}$) или низким ($N = 156 \div 492 \text{ авт./ч}$) уровнем среднесуточной интенсивности транспортного потока и удовлетворительной степенью озеленения ($k_{oz} = 0,24 \div 0,38$) территории, находящейся в зоне влияния объекта городского транспортного строительства, соответственно 37% и 40%.

Северный район г. Орла – самый молодой и обладающий небольшой территорией с достаточно слабо развитой сетью дорог. Его выгодно отличает от других районов наличие значительных по площади зеленых насаждений практически по всей территории: парк «Овсянниковая поляна», Щекотихинский лес, Прокуровский парк, Медведевский лес, зеленый массив вдоль магистральной улицы района – Московское шоссе и т.д. Результаты пространственного анализа, характеризующего ингредиентное загрязнение придорожной полосы элементов УДС Северного района г. Орла проиллюстрированы на рисунке 3.8.



- | | | |
|----|---------------------------|---|
| а) | $\eta_P = 0 \div 0,19$ | – весьма неблагоприятная экологическая ситуация |
| б) | $\eta_P = 0,20 \div 0,36$ | – относительно неблагоприятная экологическая ситуация |
| в) | $\eta_P = 0,37 \div 0,62$ | – малоблагоприятная экологическая ситуация |
| г) | $\eta_P = 0,63 \div 0,79$ | – относительно благоприятная экологическая ситуация |

Рисунок 3.8 – Результаты пространственного анализа распространения ингредиентных выбросов на придорожных территориях элементов УДС Северного района г. Орла

Рассматриваемый подход к оценке экологической безопасности отличается от сложившихся к настоящему времени тем, что базируется не только на сравнении фактических значений объемов поступающих загрязняющих веществ с объемами, не нарушающими экологически безопасного состояния территории, находящейся в

зоне влияния ОТС, но и учитывает газопоглотительную способность зеленых насаждений, расположенных на данной территории. Кроме того, выполняемая оценка экологической безопасности учитывает синергетический эффект как между отдельными загрязняющими веществами под воздействием природно-климатических и других факторов, так и от воздействия нескольких объектов городского транспортного строительства.

3.5 Численные исследования показателя биосферной совместимости городской среды, характеризующего акустическое загрязнение

Пример расчета показателя биосферной совместимости, характеризующего акустическое загрязнение придорожной полосы, был выполнен для того же перегона по ул. Октябрьской от ул. Красноармейской до ул. 60 лет Октября.

Определяем количественное значение шумовых характеристик транспортного потока, образующихся от воздействия объектов городского транспортного строительства. По результатам натурных замеров эквивалентный уровень шума на территории, находящейся в зоне влияния данного перегона, составил 59,5 дБА. По формуле (2.12) находим максимальный уровень звука:

$$L_{A\max} = 80 + 32 \cdot \lg\left(\frac{40}{50}\right) = 76,9 \text{ дБА.}$$

Расстояние от источника шума до расчетной точки, расположенной перед фасадами зданий, подверженных наиболее значительному акустическому воздействию на данном перегоне составляет 25 м. Снижение эквивалентного уровня звука при свободном распространении звуковой энергии, влиянии поверхности примыкающей территории и поглощении звука в воздухе определяем по формуле (2.14):

$$\Delta L_{A\text{рас}} = 14 \lg \frac{25}{7,5} = 7,3 \text{ дБА.}$$

На данном перегоне озеленение территории, находящейся в зоне влияния дороги, осуществлялось за счет однорядной посадки деревьев при шахматном

расположении внутри полосы. Величина снижения шума зелеными насаждениями по формуле (2.15) составит:

$$\Delta L_{\text{Азел}} = 20 \lg \frac{15 + 2 + 8}{15} + 1,5 \cdot 1 + 0,08 \cdot 2 = 6 \text{ дБА.}$$

На данном участке отсутствуют как естественные, так и искусственные экраны на пути распространения звуковых волн между источником и жилыми домами. Действительное снижение уровня звука за экранирующими шум сооружениями $\Delta L_{\text{Аэкп}} = 0$.

Значение состояния биосферы, характеризующее величину снижения уровня шума за счет шумозащитных мероприятий будет равно:

$$B_j = \Delta L_{\text{Арас}} + \Delta L_{\text{Азел}} + \Delta L_{\text{Аэкп}} = 7,3 + 6 = 13,3 \text{ дБА.}$$

В настоящее время согласно действующим нормативным документам на территориях, непосредственно прилегающих к жилым домам, допустимый эквивалентный уровень звука с 7⁰⁰ до 23⁰⁰ составляет 55 дБА, а допустимый максимальный уровень звука – 70 дБА [53].

Находим численное значение показателя биосферной совместимости урбанизированной территории по ул. Октябрьской от ул. Красноармейской до ул. 60 лет Октября (2.10):

$$\eta_N = \sqrt{\frac{55}{59,5 - 13,3} \cdot \frac{70}{76,9 - 13,3}} \cdot 1,0 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,46 .$$

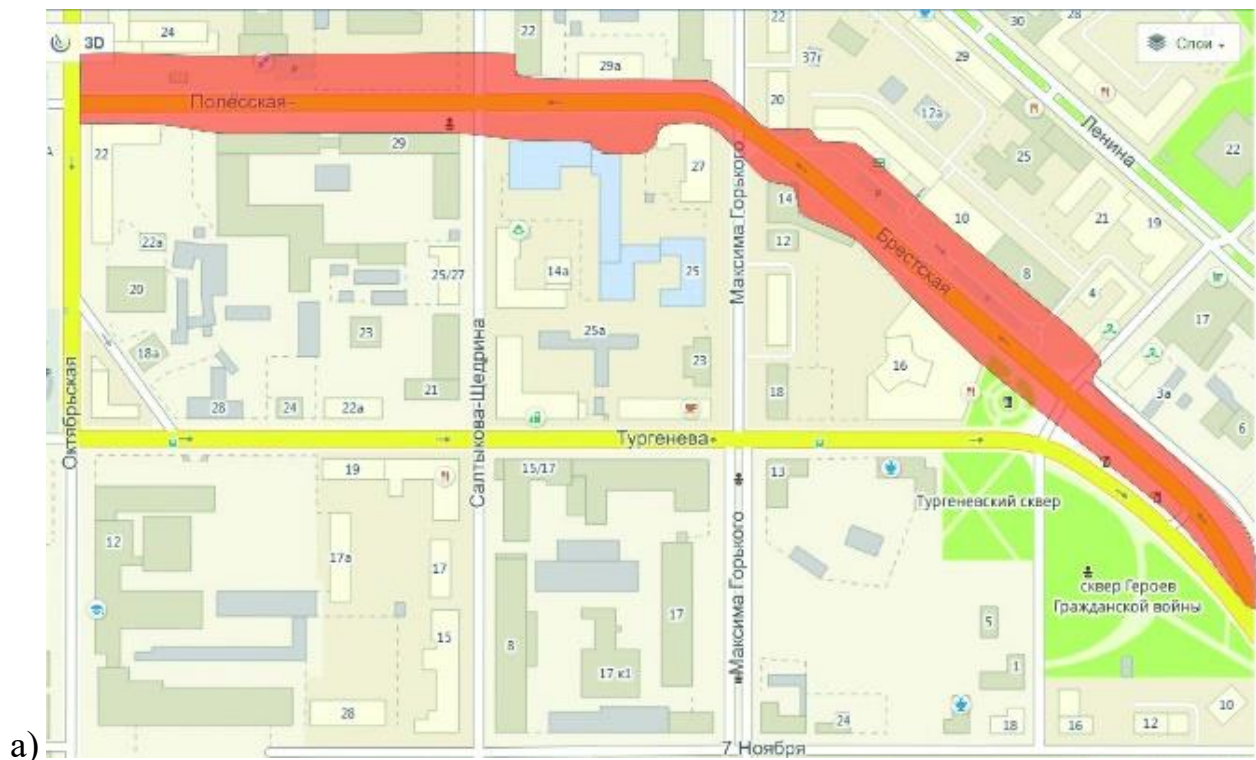
Если анализировать численное значение этого показателя для обследуемого перегона, то его можно охарактеризовать как удовлетворительное с точки зрения нормируемого акустического воздействия. Данное значение обусловлено наличием в транспортном потоке грузового транспорта и автобусов, невысокой скоростью движения транспорта при удалении от источника шума первого эшелона застройки жилыми зданиями на 25 метров и удовлетворительном уровне озеленения в соответствии с нормативным.

Анализ результатов численных исследований показателя биосферной совместимости η_N других улиц Советского района г. Орла показал, что основная доля

придорожной территории (44%) обследованных элементов УДС находится в малоблагоприятной экологической ситуации ($\eta_N = 0,38 \div 0,62$) с точки зрения акустического состояния данной территории (Приложение Б). В первую очередь данная ситуация вызвана преобладанием в составе движущегося потока легкового транспорта. Основной вклад в снижение акустической нагрузки на примагистральную полосу элементов данной категории зачастую вносит не наличие зеленых насаждений, преграждающих распространение шума, а расстояние от границы проезжей части до элементов первого ряда застройки.

Доля обследованных улиц, прилегающую территорию которых можно отнести к весьма неблагоприятной экологической ситуации, оказалась незначительной – 5% – и характерна для основных магистральных улиц Советского района: ул. Октябрьской и ул. Полесской. На данных улицах установилась высокая интенсивность транспортного потока, в составе которого велика доля маршрутных микроавтобусов, выполняющих перевозку пассажиров, вносящих существенный вклад в шумовое загрязнение территории наряду с грузовыми транспортными средствами.

Результаты пространственного анализа распространения акустического загрязнения на территории Советского района проиллюстрированы на рисунке 3.9.





б)



в)



- г) $\eta_N = 0,63 \div 0,79$ – относительно благоприятная экологическая ситуация
- в) $\eta_N = 0,37 \div 0,62$ – малоблагоприятная экологическая ситуация
- б) $\eta_N = 0,20 \div 0,36$ – относительно неблагоприятная экологическая ситуация
- а) $\eta_N = 0 \div 0,19$ – весьма неблагоприятная экологическая ситуация

Рисунок 3.9 – Результаты пространственного анализа распространения акустического загрязнения на придорожных территориях элементов УДС Советского района г. Орла

Для акустической среды Заводского района г. Орла (Приложение Б) также характерно преобладание малоблагоприятной и относительно благоприятной экологических ситуаций примагистральной территории (45% и 37% обследованных элементов УДС соответственно). Ввиду более высокой степени озеленения территории Заводского района, за исключением центральных магистральных улиц, в снижение шумового загрязнения существенный вклад вносят именно зеленые насаждения, при достаточно небольшом удалении застройки от границ объектов городского транспортного строительства. Относительно неблагоприятная экологическая ситуация складывается только на главных магистральных улицах района: ул. Гостиной, пл. Карла Маркса и ул. Комсомольской, ввиду наличия в составе движущегося потока значительной доли грузовых транспортных средств и автобусов

при довольно высокой скорости движения по данным элементам транспортной сети.

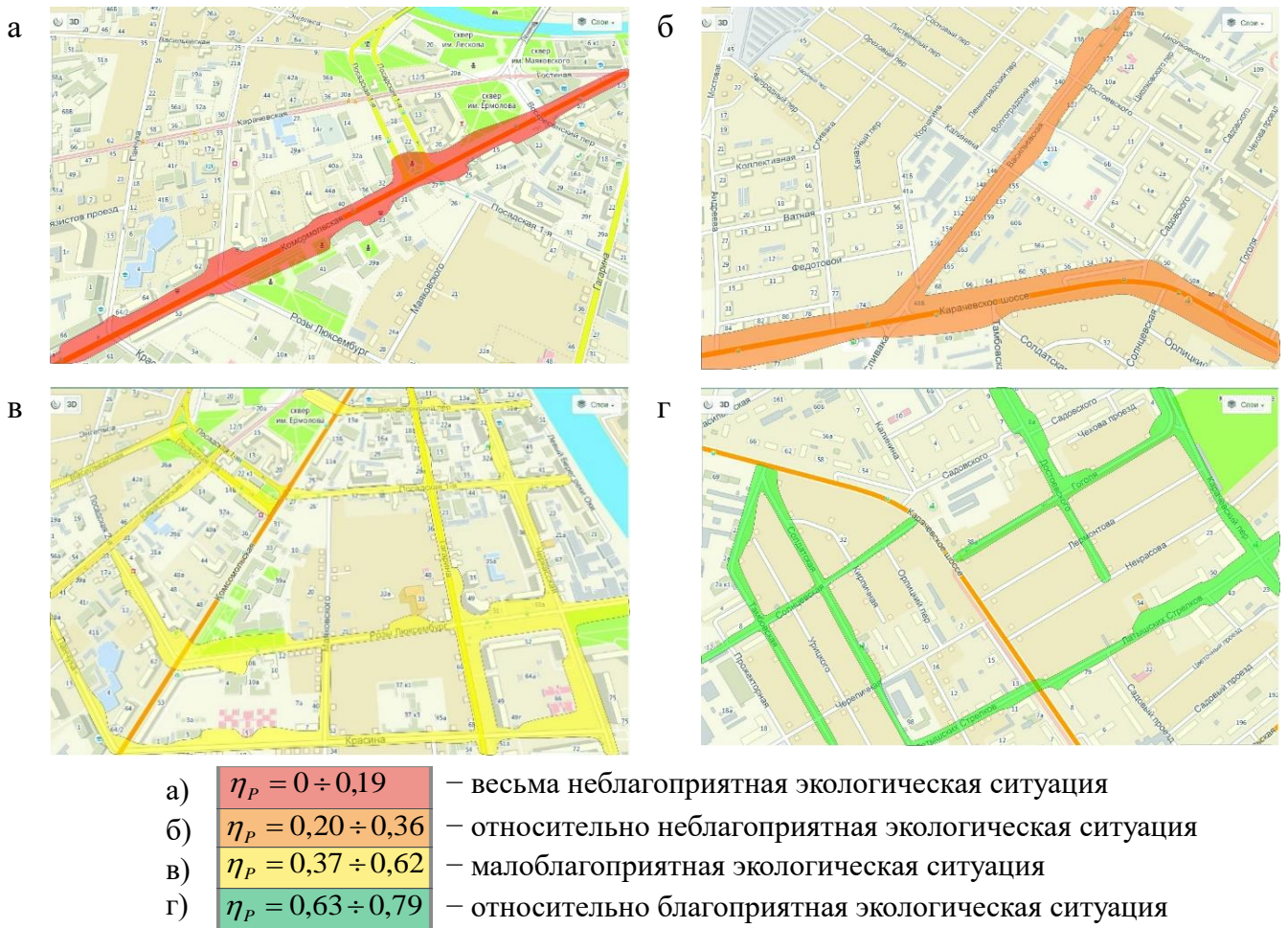


Рисунок 3.10 – Результаты пространственного анализа распространения акустического загрязнения на придорожных территориях элементов УДС Заводского района г. Орла

Еще более высокие значения показателя биосферной совместимости, характеризующего акустическое загрязнение придорожной полосы, характерны для элементов улично-дорожной сети Железнодорожного района г. Орла, которые представлены в Приложении Б. На долю весьма неблагоприятной экологической ситуации приходится 11% обследованных перегонов, а на долю относительно неблагоприятной – всего 1%. Данные значению получены в виду того факта, что средняя скорость движения в редких случаях превышает 40-43 км/ч, а в составе транспортного потока преобладают легковые автомобили. На рисунке 3.11 проиллюстрирована экологическая обстановка на улицах Железнодорожного района.

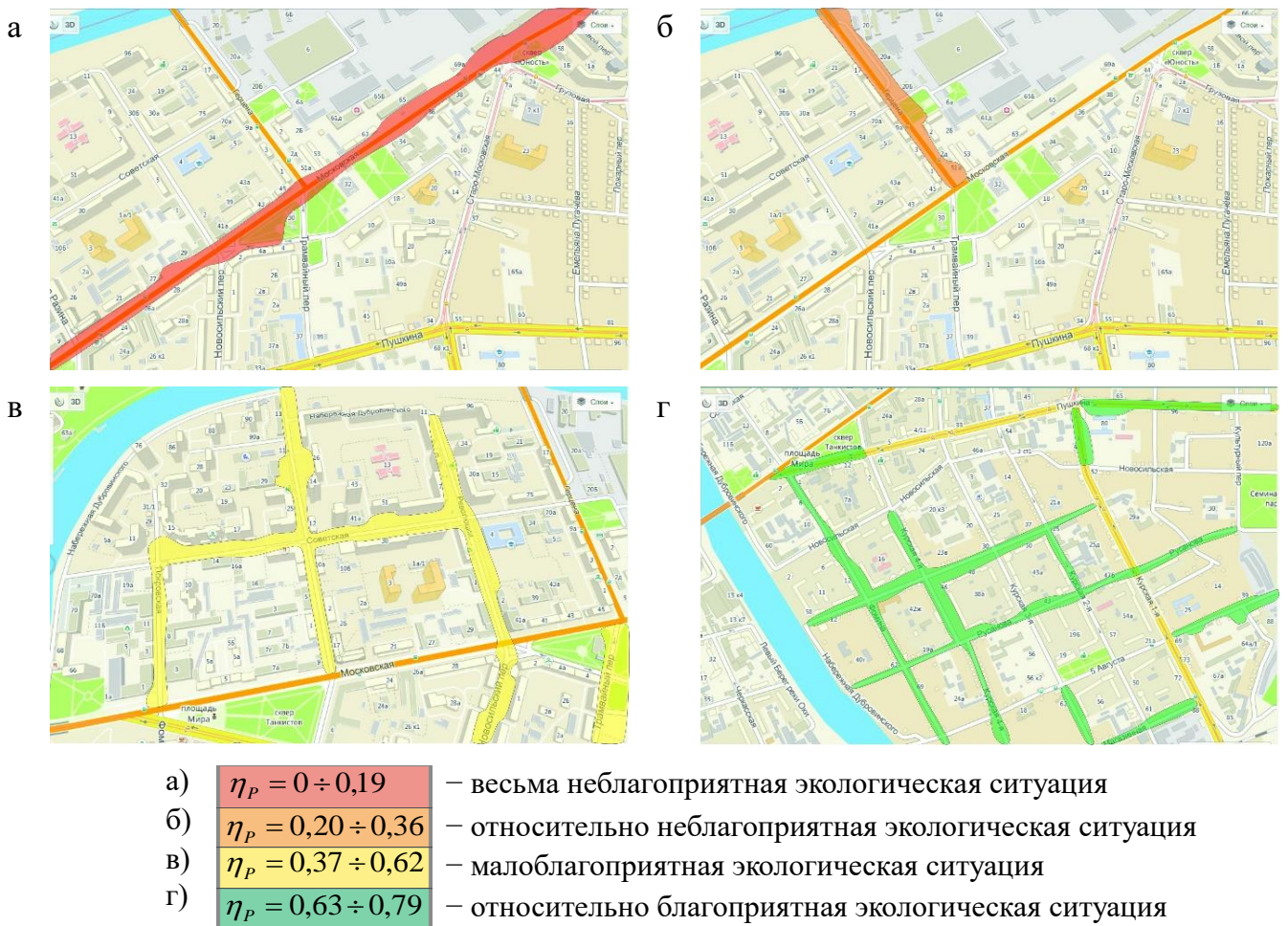


Рисунок 3.11 – Результаты пространственного анализа распространения акустического загрязнения на придорожных территориях элементов УДС

Железнодорожного района г. Орла

Для акустической среды Северного района характерно наличие территории с относительно неблагоприятной и весьма неблагоприятной экологическими ситуациями. Это можно объяснить тем, что улично-дорожная сеть района недостаточно развита, и для обследования в объем выборки были включены только перегоны улиц районного значения, в отличие от других районов, где обследовались и улицы местного значения. Для данного района города характерно значительное удаление застройки от объектов транспортного строительства при довольно высоком уровне озеленения придорожной территории. Результаты пространственного анализа распространения акустического загрязнения на территории Северного района приведены в Приложении Б и проиллюстрированы на рисунке 3.12.

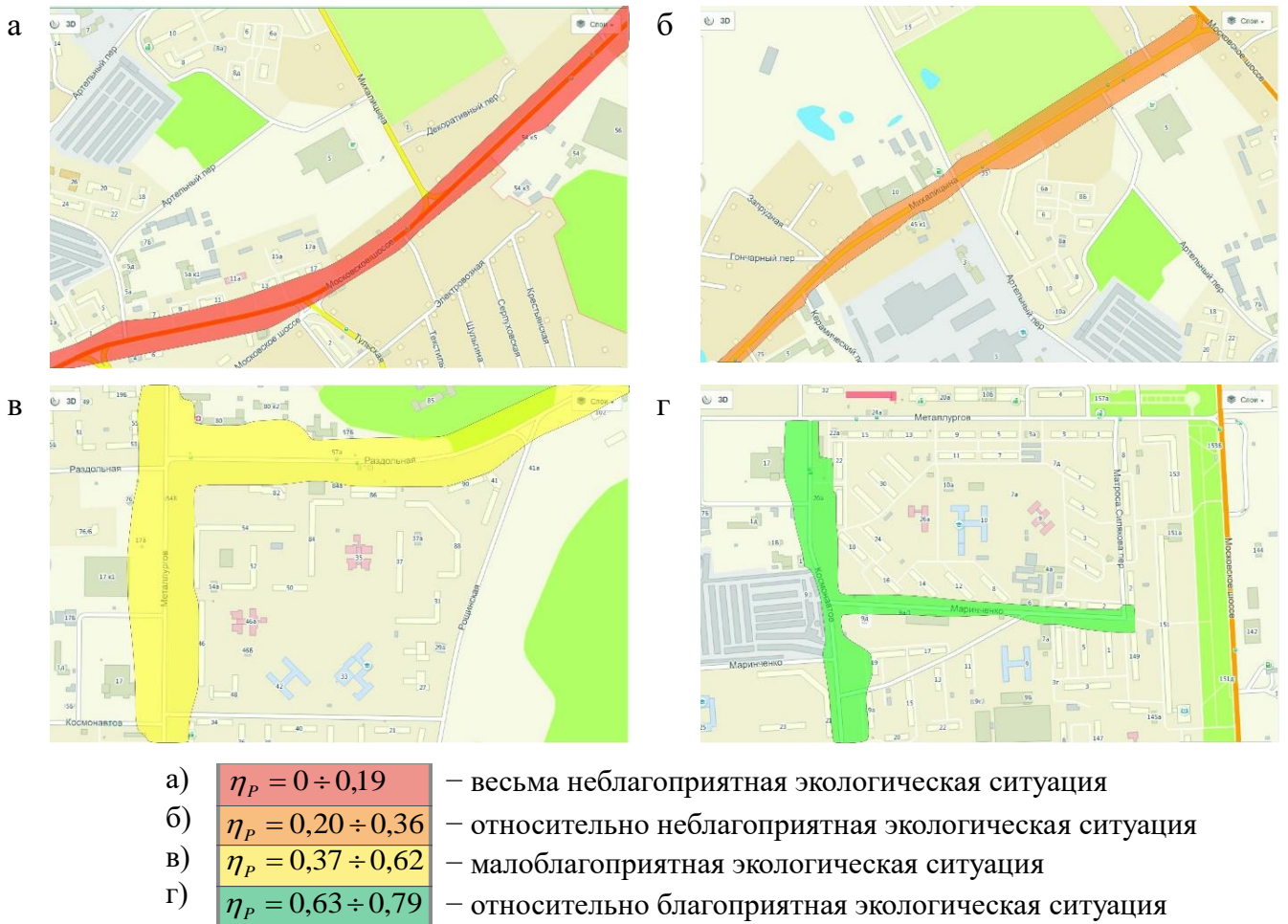


Рисунок 3.12 – Результаты пространственного анализа распространения акустического загрязнения на придорожных территориях элементов УДС

Северного района г. Орла

Исходя из выполненного пространственного анализа с использованием коэффициента η_N , можно сделать вывод о достаточно хорошем состоянии акустической среды города Орла, по сравнению с ингредиентным уровнем загрязнения атмосферного воздуха. На значительной площади придорожной территории сформировалась относительно благоприятная и малоблагоприятная экологические ситуации, обусловленные наличием объектов городского транспортного строительства III, IV и V классов опасности.

3.6 Апробация методики оценки биосферной совместимости городской среды от воздействия объектов городского транспортного строительства

В подразделах 3.4 и 3.5 были определены показатели биосферной совместимости, характеризующие ингредиентное η_P и акустическое η_N загрязнения урбанизированной территории, находящейся в зоне влияния объектов городского транспортного строительства. Задача нахождения интегрального (обобщенного) показателя, характеризующего состояние биосферной совместимости городской среды в зоне воздействия данного объекта транспортного строительства, может быть решена на их основе. Для этого была найдена доля значимости каждого техногенного фактора ингредиентного и акустического загрязнения в общем объеме нагрузки на урбанизированную территорию. После выполненного анализа данных натурных замеров сделан вывод, что для исследуемого перегона по ул. Октябрьской от ул. Красноармейской до ул. 60 лет Октября уровень ингредиентного загрязнения атмосферного воздуха выбросами от двигателей внутреннего сгорания превышает $0 \div 1$ ПДК, а уровень акустического воздействия превышает 40 дБА. В этом случае, согласно п. 2.4, объекту городского транспортного строительства был присвоен V класс экологической опасности, т.к. уровень ингредиентного загрязнения можно классифицировать как «повышенный» (находится в пределах диапазона $2 \div 4$ ПДК), а уровень акустического загрязнения – «относительно комфортный» (в диапазоне $40 \div 60$ дБА).

Дальнейшее определение доли значимости каждого фактора в форме весовых коэффициентов осуществлялось методом экспертных оценок. Экспертиза проводилась группой из 10 экспертов, оценившими важность частного критерия по шкале от 0 до 10. Оценки группы экспертов и матрица весов для данного класса опасности по каждому частному критерию представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Матрица оценок и весов частных критериев

Эксперты	Критерии		Сумма	Вес критерия	
	f_1 – ингредиентное загрязнение	f_2 – акустическое загрязнение		f_1 – ингредиентное загрязнение	f_2 – акустическое загрязнение
1	$h_{11}=3$	$h_{12}=1$	4	3/4	1/4
2	$h_{21}=3$	$h_{22}=1$	4	3/4	1/4
3	$h_{31}=3$	$h_{32}=3$	6	3/6	3/6
4	$h_{41}=3$	$h_{42}=2$	5	3/5	2/5
5	$h_{51}=3$	$h_{52}=1$	4	3/4	1/4
6	$h_{61}=3$	$h_{62}=2$	5	3/5	2/5
7	$h_{71}=3$	$h_{72}=3$	6	3/6	3/6
8	$h_{81}=3$	$h_{82}=2$	5	3/5	2/5
9	$h_{91}=3$	$h_{92}=1$	4	3/4	1/4
10	$h_{101}=3$	$h_{102}=2$	5	3/5	2/5
Сумма				$r_1=6,4$	$r_2=3,6$

Статистическая обработка результатов экспертных оценок подобна статистической обработке результатов измерений. На достоверность экспертизы существенно влияют такие факторы, как численный состав экспертной группы, уровень компетентности экспертов; состав вопросов, представляемых экспертам и т.д.

Если рассматривать результаты оценок каждого из экспертов как реализации некоторой случайной величины, то к ним можно применять методы математической статистики. Среднее значение оценки для f -критерия

$$\bar{r}_f = \frac{\sum_{f=1}^m r_{fm}}{m} = \frac{1}{m} \sum_{f=1}^m r_{fm} = \frac{r_f}{m}. \quad (3.14)$$

$$\bar{r}_1 = \frac{r_1}{m} = \frac{6,4}{10} = 0,64; \quad \bar{r}_2 = \frac{r_2}{m} = \frac{3,6}{10} = 0,36.$$

Среднее значение \bar{r}_f выражает коллективное мнение группы экспертов. Степень согласованности мнений экспертов характеризуется дисперсией оценок:

$$\sigma_i^2 = \frac{1}{m} \sum_{f=1}^m (r_{fm} - \bar{r}_f)^2. \quad (3.15)$$

$$\sigma_1^2 = \frac{1}{10} \cdot \left[\begin{array}{l} (0,75 - 0,64)^2 + (0,75 - 0,64)^2(0,50 - 0,64)^2 + \\ + (0,60 - 0,64)^2 + (0,75 - 0,64)^2 + (0,60 - 0,64)^2 + \\ + (0,50 - 0,64)^2 + (0,60 - 0,64)^2 + (0,75 - 0,64)^2 + \\ + (0,60 - 0,64)^2 \end{array} \right] = \frac{0,094}{10} \approx 0,01;$$

$$\sigma_2^2 = \frac{1}{10} \cdot \left[\begin{array}{l} (0,25 - 0,36)^2 + (0,25 - 0,64)^2(0,50 - 0,36)^2 + \\ + (0,40 - 0,36)^2 + (0,25 - 0,36)^2 + (0,40 - 0,36)^2 + \\ + (0,50 - 0,36)^2 + (0,40 - 0,36)^2 + (0,25 - 0,36)^2 + \\ + (0,40 - 0,36)^2 \end{array} \right] = \frac{0,09}{10} \approx 0,01.$$

Ясно, что чем меньше значение дисперсии, тем с большей уверенностью можно опираться на найденные значения \bar{r}_f оценки степени важности частного критерия. В качестве меры надёжности приведённой экспертизы принимают коэффициент вариации $\beta = \frac{\sigma_i}{r_f}$.

$$\beta_1 = \frac{\sigma_1}{r_1} = \frac{0,01}{0,64} = 0,016; \quad \beta_2 = \frac{\sigma_2}{r_2} = \frac{0,01}{0,36} = 0,028.$$

По среднему значению оценки \bar{r}_f определяются весовые коэффициенты

$$k_{(i)} = \frac{\bar{r}_f}{\sum_1 \bar{r}_f}, \quad f = \overline{1, f}.$$

Таким образом, получим следующие весовые коэффициенты:

$$k_1 = \frac{\bar{r}_1}{r_1 + r_2} = \frac{0,64}{0,64 + 0,36} = 0,64, \quad k_2 = \frac{\bar{r}_2}{r_1 + r_2} = \frac{0,36}{0,64 + 0,36} = 0,36.$$

С учетом полученных весовых коэффициентов по формуле (2.20) определяем интегральные значения показателей биосферной совместимости урбанизированной территории примут, которые будут выступать в качестве частных функций желательности:

$$\eta'_P = k_1 \cdot \eta_P = 0,64 \cdot 0,28 = 0,18; \quad \eta'_N = k_2 \cdot \eta_N = 0,36 \cdot 0,46 = 0,17.$$

В соответствии с п. 2.4 были построены частные функции желательности показателей биосферной совместимости для фрагментов выборки наиболее характерных улиц Советского, Заводского, Железнодорожного и Северного районов города Орла и проиллюстрированы на рисунках 3.13-3.16.

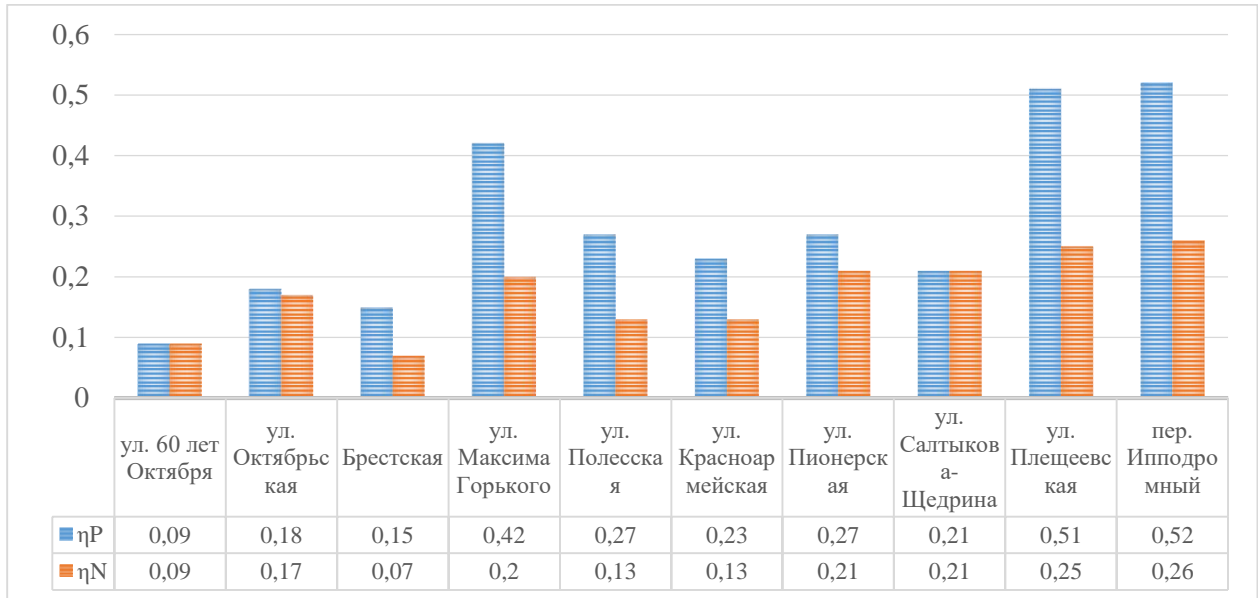


Рисунок 3.13 – Частные функции желательности показателей биосферной совместимости, отражающих ингредиентное и акустического загрязнения придорожной полосы в Советском районе г. Орла

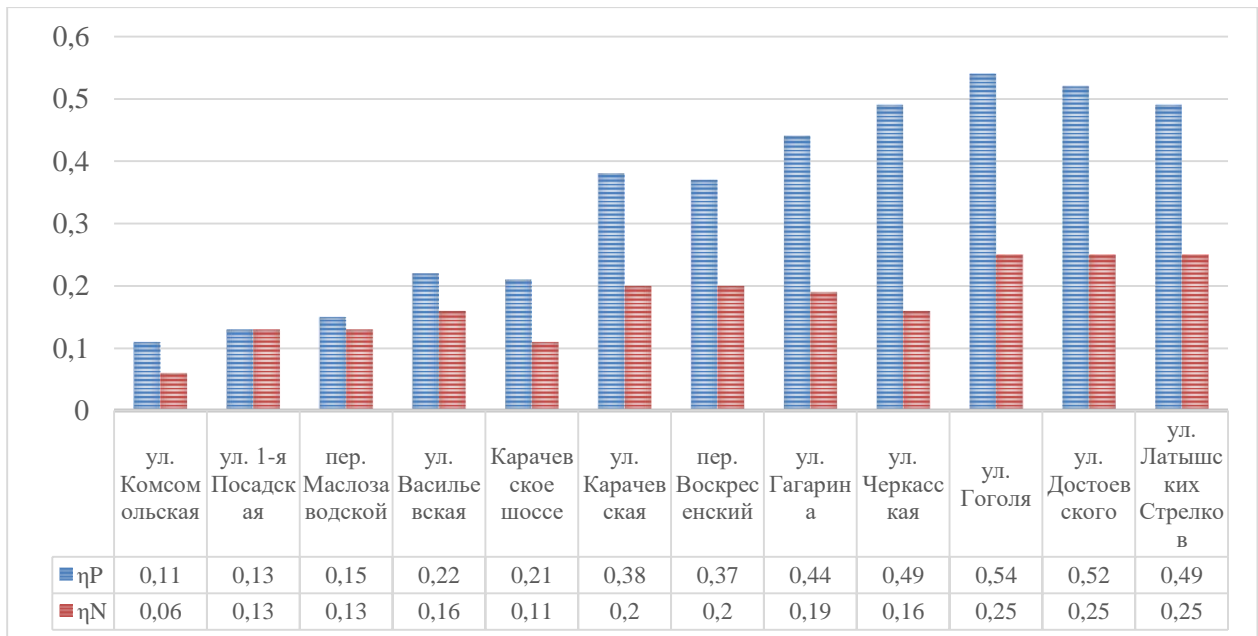


Рисунок 3.14 – Частные функции желательности показателей биосферной совместимости, отражающих ингредиентное и акустического загрязнения придорожной полосы в Заводском районе г. Орла

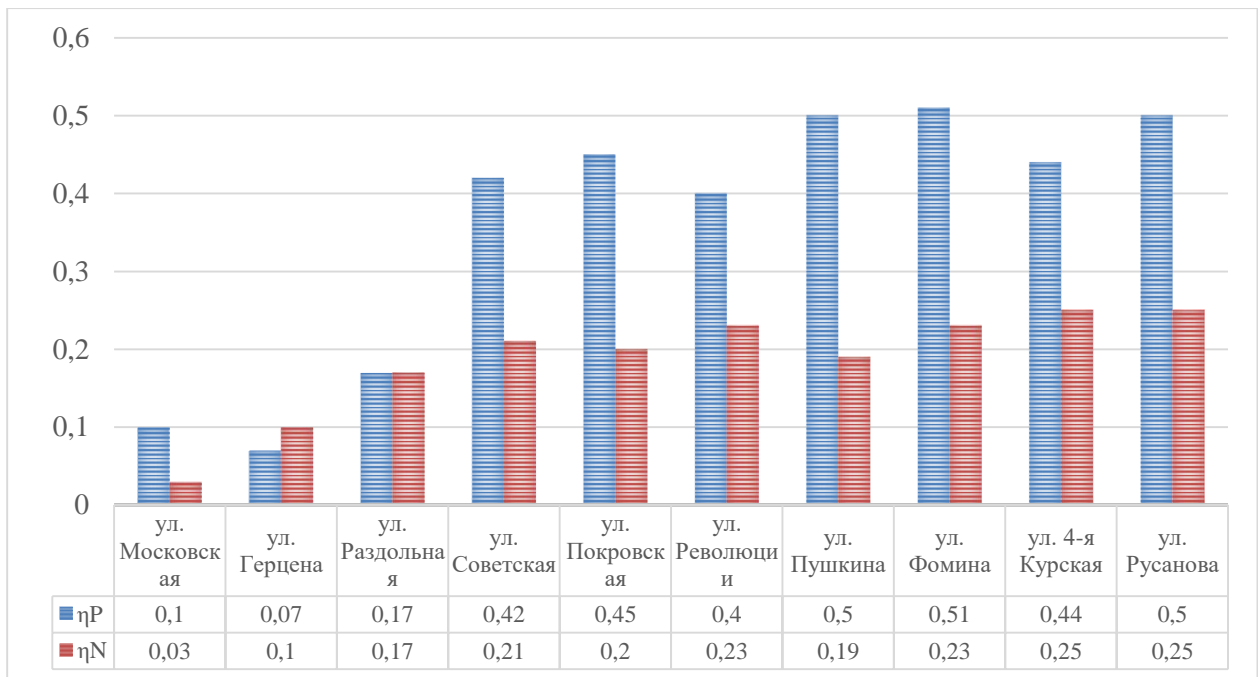


Рисунок 3.15 – Частные функции желательности показателей биосферной совместимости, отражающих ингредиентное и акустического загрязнения придорожной полосы в Железнодорожном районе г. Орла

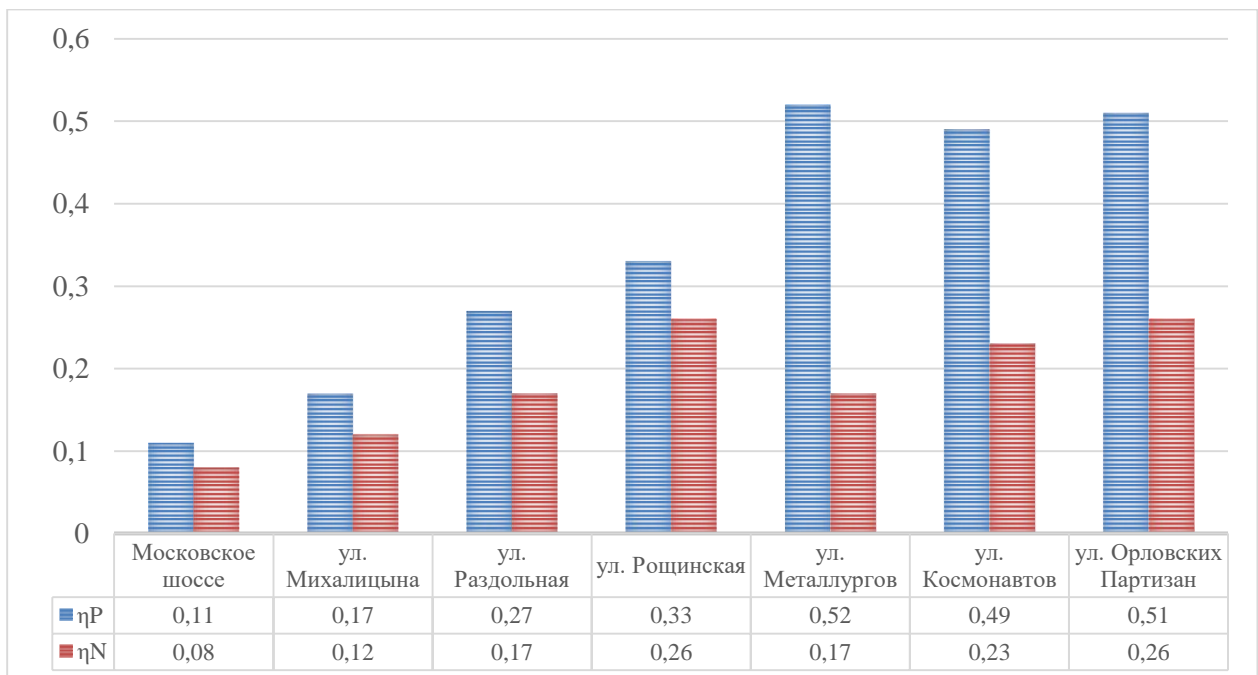


Рисунок 3.16 – Частные функции желательности показателей биосферной совместимости, отражающих ингредиентное и акустического загрязнения придорожной полосы в Северном районе г. Орла

Интегральный показатель биосферной совместимости урбанизированной территории, характеризующий как ингредиентное, так и акустическое загрязнение придорожной полосы ул. Октябрьской от ул. Красноармейской до ул. 60 лет Октября, находим по формуле (2.21) с использованием обобщенной функции желательности Харрингтона:

$$\eta_{отс} = \sqrt{\eta_P \times \eta_N} = \sqrt{0,28 \times 0,46} = 0,36.$$

Полученное значение интегрального показателя биосферной совместимости урбанизированной территории, находящейся в зоне влияния объекта городского транспортного строительства, выступает критерием экологической безопасности объектов городского транспортного строительства и биосферной совместимости городской среды.

На основании полученного критерия интегральной оценки определим состояние придорожной полосы перегона ул. Октябрьской от ул. Красноармейской до ул. 60 лет Октября. Данное состояние характеризуется как устойчивое, т.е. состояние, при котором соблюдается баланс био- и техносферы, ввиду незначительных превышений требуемых норм: значения стандартного индекса ингредиентного загрязнения в пределах диапазона 2÷4ПДК, а уровень акустического загрязнения – в диапазоне 40÷60 дБА, но, в то же время, экологическую ситуацию на данной территории можно охарактеризовать как неблагоприятную.

Аналогичным образом были рассчитаны интегральные показатели биосферной совместимости урбанизированной территории, находящейся в зоне влияния обследованных объектов городского транспортного строительства, по другим улицам г. Орла. Результаты расчета приведены в Приложении Б.

На рисунках 3.17-3.20 проиллюстрированы полученные значения данного интегрального показателя для наиболее характерных элементов улично-дорожной сети по районам города.

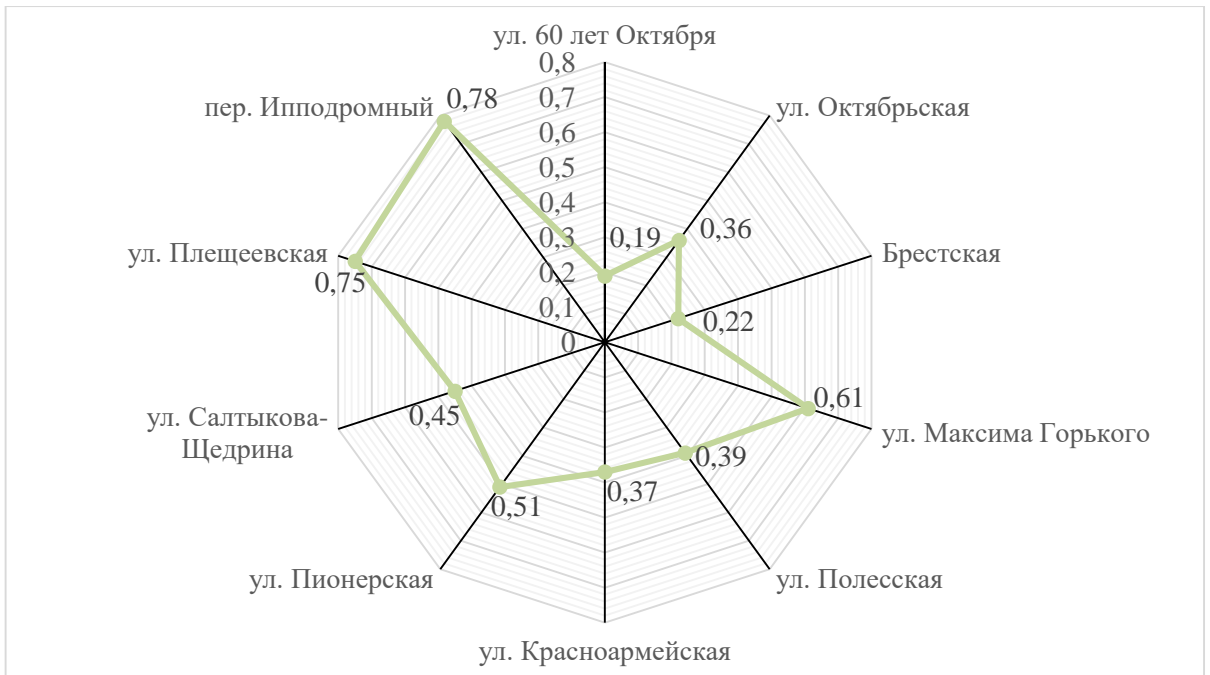


Рисунок 3.17 – Диаграмма распределения значений интегрального показателя биосферной совместимости городской среды от воздействия элементов УДС Советского района г. Орла

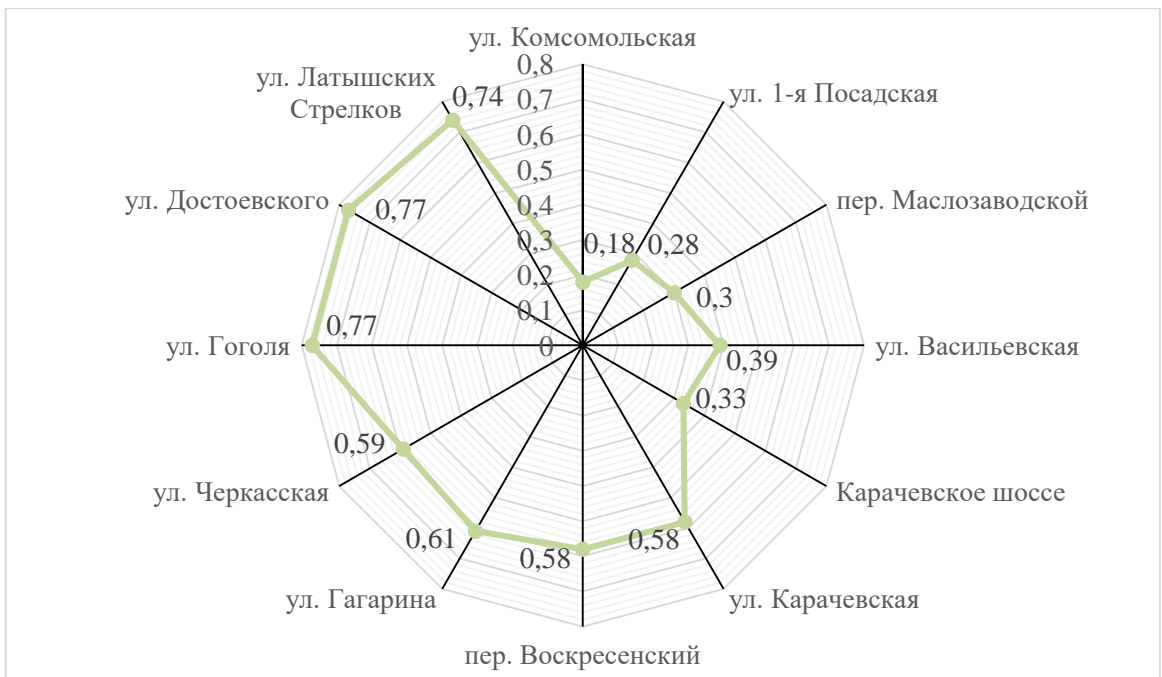


Рисунок 3.18 – Диаграмма распределения значений интегрального показателя биосферной совместимости городской среды от воздействия элементов УДС Заводского района г. Орла

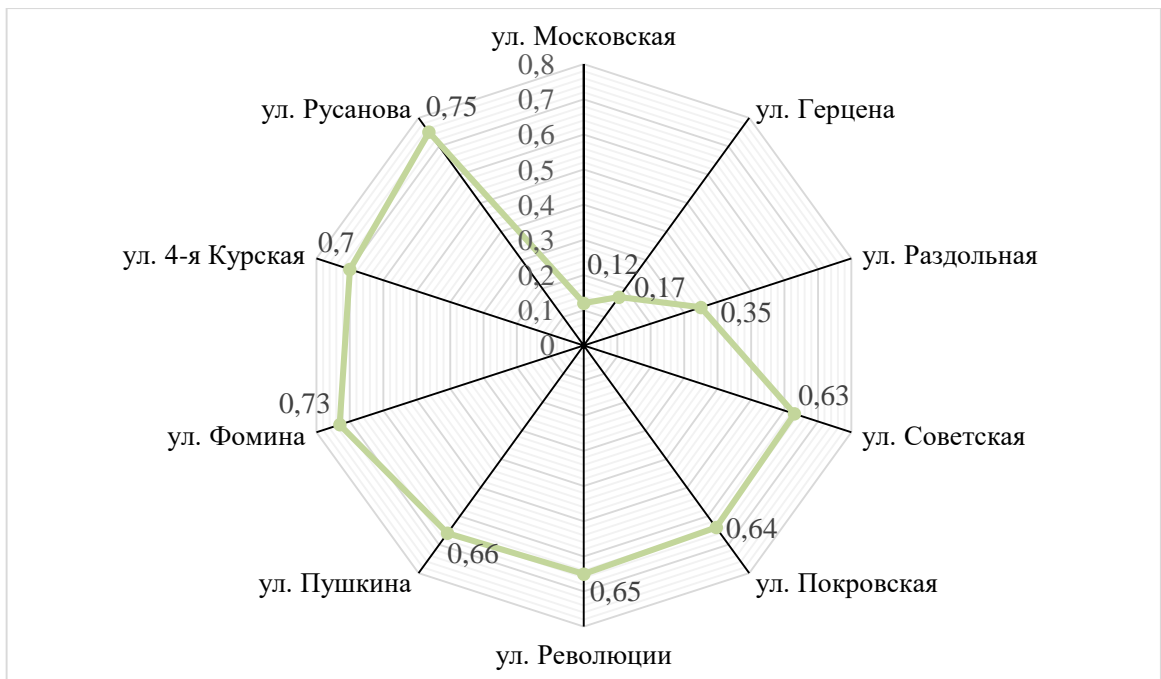


Рисунок 3.19 – Диаграмма распределения значений интегрального показателя биосферной совместимости городской среды от воздействия элементов УДС Железнодорожного района г. Орла

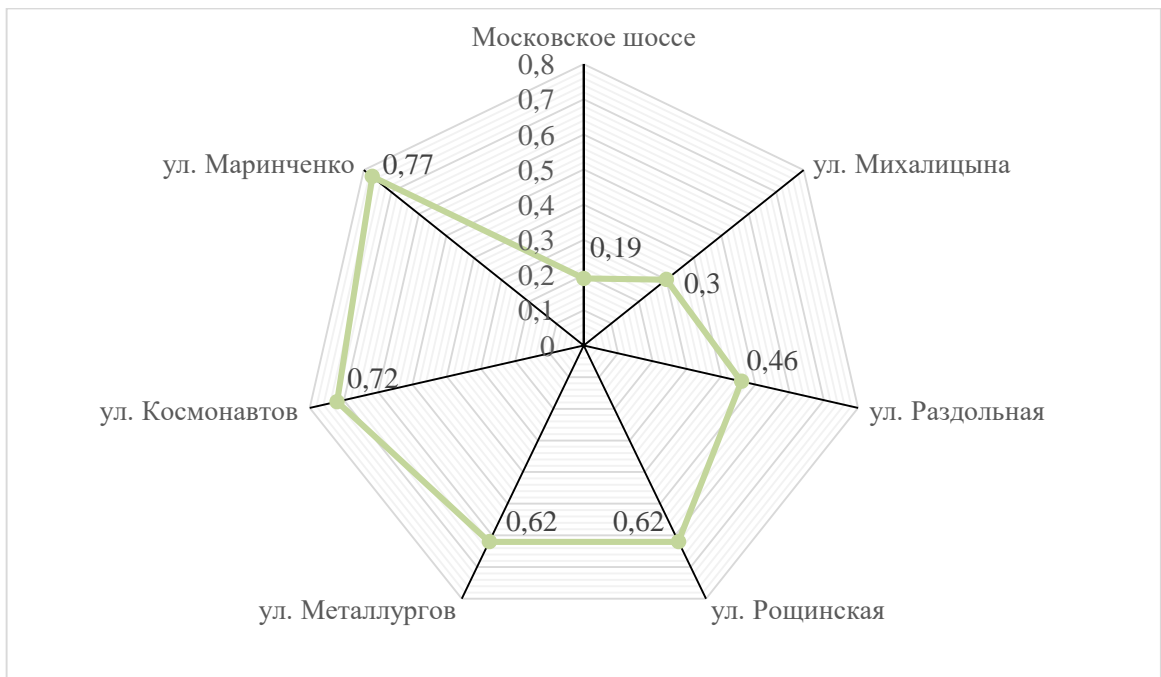


Рисунок 3.20 – Диаграмма распределения значений интегрального показателя биосферной совместимости городской среды от воздействия элементов УДС Северного района г. Орла

Анализ показал, что на значительной территории города Орла в результате ингредиентного и акустического загрязнений складываются *малоблагоприятная*

или относительно благоприятная экологические ситуации, обусловленные наличием объектов городского транспортного строительства IV и V классов опасности. Вклад таких объектов в загрязнение городской среды характеризуется превышением норм ингредиентного воздействия не более 10 ПДК, и акустического воздействия – свыше 80 дБА.

Выводы по главе 3

1 На основе разработанной программы исследований проведены натурные обследования состояния городской среды и объектов городского транспортного строительства, включающие характеристики транспортного потока, УДС, параметры озеленения и защитных мероприятий. Из анализа результатов видно, что на значительной территории города, находящейся в зоне воздействия объектов транспортного строительства (проезжей части и прилегающей к ней жилой застройке), имеется значительное превышение нормативных значений ПДК ингредиентных выбросов и ПДУ акустического воздействия. Данные сопоставимы с результатами лабораторных анализов Орловского ЦГМС.

2 Произведена декомпозиция анализируемых факторов обеспечения экологической безопасности объектов городского транспортного строительства на основе сопоставления отдельных количественных показателей внутреннего и внешнего направлений в деятельности города, характеризующих экологическое равновесие территорий.

3 Выполненные численные исследования и пространственный анализ распределения показателя биосферной совместимости, характеризующего ингредиентное загрязнение городской среды, показали, что на значительной части прилегающей территории к городским улицам складываются следующие экологические ситуации: *относительно неблагоприятная* ($\eta_p = 0,20 \div 0,37$) – 27% улиц, *малоблагоприятная* ($\eta_p = 0,20 \div 0,37$) – 31% и *относительно благоприятная* ($\eta_p = 0,38 \div 0,62$) – 32%, обусловленные «повышенным» (превышение 2÷4 ПДК) или «высоким» (5÷10 ПДК) уровнями ингредиентного загрязнения, низкой защит-

ной функцией зеленых насаждений и отсутствием необходимых защитных мероприятий. При этом сохраняется экологическое равновесие, но нарушены показатели комфортности.

4 Выполненные численные исследования и пространственный анализ распределения показателя биосферной совместимости, характеризующего акустическое загрязнение городской среды, показали, что акустическая среда находится в достаточно хорошем состоянии, по сравнению с ингредиентным уровнем загрязнения атмосферного воздуха. На значительной площади придорожной территории сформировались следующие экологические ситуации: *относительно благоприятная* ($\eta_N = 0,63 \div 0,79$) – 39% обследованных улиц, *малоблагоприятная* ($\eta_N = 0,38 \div 0,62$) – 42%. На территории города соблюдается баланс биотехносферы с точки зрения акустического комфорта, что обусловлено наличием объектов городского транспортного строительства, от воздействия которых наблюдается «относительно комфортный» (40÷60 дБА) уровень шумового загрязнения, что соответствует нормативным значениям.

Оценка биосферной совместимости городской среды производилась по разработанной в главе 2 шкале экологических состояний и ситуаций на урбанизированных территориях. Критерием оценки служит интегральный (обобщенный) показатель биосферной совместимости, определяемый как функция желательности Харрингтона. Разработанная методика оценки состояния городской среды позволяет учитывать синергетический эффект как между отдельными загрязняющими веществами и факторами воздействия, так и от взаимного влияния нескольких объектов городского транспортного строительства.

ГЛАВА 4 – РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БИОСФЕРНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

4.1 Методика мониторинга состояния городской среды и рекомендации по обеспечению экологической безопасности объектов городского транспортного строительства на принципах биосферной совместимости

В настоящее время главным и действенным мероприятием по созданию комфортной, безопасной и биосферосовместимой городской среды является регулярное наблюдение за ее состоянием. Экологический мониторинг осуществляется различными службами, при этом процедура его проведения носит несистематический характер, а его результаты зачастую несогласованы и фрагментарны. Кроме того, при проведении мониторинга, согласно сложившимся методикам, не принимаются во внимание показатели статистики, связанные с заболеваемостью населения, а также не учитывается количество и площадь зеленых насаждений, как значимого фактора защиты окружающей среды. Исходя из этого, считаем необходимым осуществлять мониторинг одновременно по всем направлениям и предлагаем методику, основанную на реализации принципов биосферной совместимости.

Отличительной особенностью предлагаемой нами методики проведения мониторинга экологической безопасности объектов городского транспортного строительства является учет не только нормируемых показателей состояния городской среды от воздействия этих объектов, но и учет их внутреннего и внешнего направлений функционирования и сопоставления результата этих воздействий в проекции на развитие человека, что отвечает фундаментальному принципу 2 матрицы преобразования города в биосферосовместимый и развивающий человека [154].

Применение данной методики мониторинга (схематично изображенной на рисунке 4.1), построенной на принципах биосферной совместимости, позволит:

– проводить исследования состояния городской среды и давать предварительную оценку ее состояния с учетом экологических ситуаций и классов опасности объектов городского транспортного строительства;

– определять необходимость проведения природоохранных мероприятий конструктивно-технического, организационно-административного и планировочно-градостроительного характера для повышения экологической безопасности ОГТС и производить оценку их эффективности;

– разрабатывать комплекс мероприятий по реконструкции объектов транспортного строительства на основе зависимости санитарного разрыва от расчетного значения показателя биосферной совместимости;

– прогнозировать динамику экологических параметров ОГТС на основе существующих математических моделей;

– разрабатывать предложения к программам инновационного развития ОГТС городов, базирующиеся на внедрении биосферосовместимых технологий.

На основе результатов проведенных теоретических, экспериментальных и численных исследований разработаны *практические рекомендации* по обеспечению экологической безопасности объектов городского транспортного строительства, и сформулированы основные направления принятия управленческих решений, рекомендуемые к исполнению органами власти муниципалитетов и регионов.

Следует выделить три основные группы мероприятий по снижению негативного воздействия ОТС на окружающую среду (см. рисунок 4.1): конструктивно-технические, организационно-административные и планировочно-градостроительные.

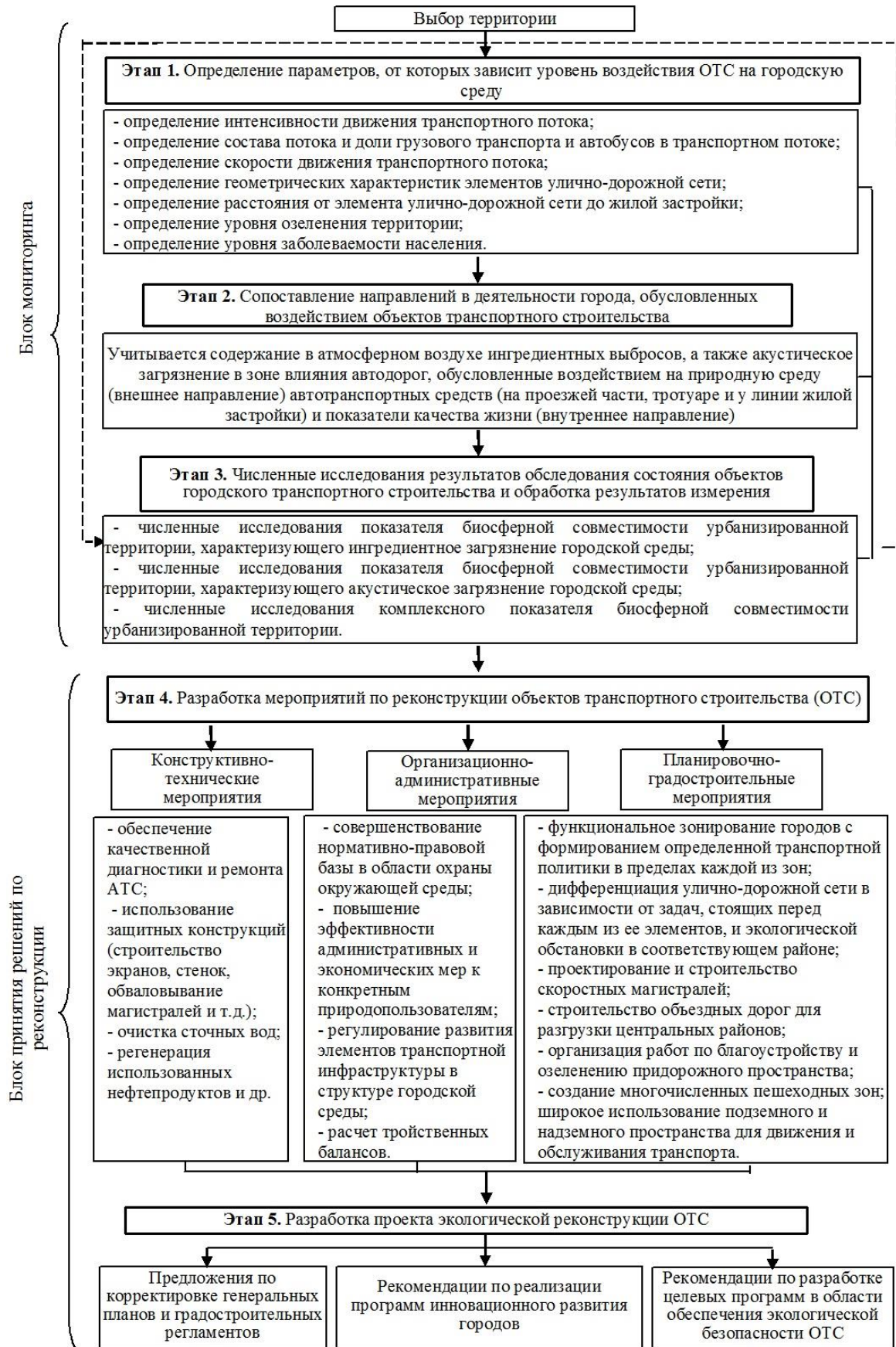


Рисунок 4.1 – Схема реализации методики мониторинга состояния городской среды от воздействия объектов транспортного строительства на принципах биосферной совместимости

К конструктивно-техническим мероприятиям относятся решения, закладываемые в проекты конструкции транспортных средств и технологических узлов с целью снижения токсичности выбросов и оздоровления воздушной среды. Мероприятия данной группы наиболее многочисленны и включают следующие направления деятельности:

- совершенствование существующих и создание принципиально новых двигателей с целью снижения их влияния на окружающую среду (уменьшение объемов вредных выбросов, шума, электромагнитных воздействий);
- обеспечение качественной диагностики и ремонта автомобилей;
- улучшение качества топлива за счет присадок;
- разработку новых экологичных видов транспорта (экобусов, электромобилей и т.д.);
- переход на более чистое топливо и нетрадиционные виды энергии;
- использование защитных конструкций (строительство экранов, стенок, обваловывание магистралей и т.д.);
- регенерацию использованных нефтепродуктов и др.

Организационно-административные мероприятия направлены на совершенствование нормативно-правовой базы в области охраны окружающей среды, повышение эффективности административных и экономических мер к конкретным природопользователям, а также на регулирование развития элементов транспортной инфраструктуры в структуре городской среды. К числу основных мероприятий данной группы относятся:

- разработка нормативно-правовых актов по вопросам охраны окружающей среды;
- реализация комплексной схемы организации движения транспортных потоков в городе;
- создание приоритета общественного транспорта перед индивидуальным за счет повышения его привлекательности;
- введение мер по ограничению доступа автомобилей в центральные районы;

– установление жестких экологических ограничений на транспортное загрязнение и введение штрафов и других экономических санкций за нарушение правил и норм охраны окружающей среды.

Мероприятия планировочно-градостроительного характера сводятся к рациональной организации улично-дорожной сети, способствующей минимизации негативного воздействия дорожно-транспортного комплекса на окружающую среду. К ним относятся:

- функциональное зонирование городов с формированием определенной транспортной политики в пределах каждой из зон;
- дифференциация улично-дорожной сети в зависимости от задач, стоящих перед каждым из ее элементов, и экологической ситуации в соответствующем районе;
- проектирование и строительство скоростных магистралей;
- строительство объездных дорог для разгрузки центральных районов;
- организация работ по благоустройству придорожного пространства;
- создание многочисленных пешеходных зон;
- использование новых видов транспортных средств для обслуживания передвижений людей в пределах различных функциональных зон;
- широкое использование подземного и надземного пространства для движения и обслуживания транспорта.

Важными представляются градостроительные решения, направленные на обеспечение экономии территории города за счет использования надземного и подземного пространства для строительства транспортных развязок, пешеходных переходов, гаражей, станций технического обслуживания и т.д.

В современных условиях достичь реально ощутимого эффекта в сохранении и улучшении состояния окружающей среды возможно только при комплексном использовании перечисленных выше направлений деятельности. При этом приоритетными мероприятиями, формирующими транспортный каркас и основные условия территориальной организации городского пространства, а, следовательно,

определяющими степень воздействия объектов городского транспортного строительства на окружающую среду, являются планировочно-градостроительные [155].

Отдельной строкой в системе мероприятий по обеспечению экологической безопасности объектов транспортного строительства следует выделить предложения к программам инновационного развития транспортной системы городов, базирующихся на внедрении биосферосовместимых технологий.

Целями программ инновационного развития ОГТС на новой концептуальной основе являются:

1) реализация целевых установок стратегии экологической реконструкции и безопасного развития транспортных объектов как единой природо-социально-технической системы;

2) разработка новых региональных критериев оценки качества экологической безопасности систем жизнеобеспечения городского хозяйства, включая автотранспортную систему;

3) разработка и законодательное закрепление отраслевых гуманитарных балансов биотехносферы или поэтапного перехода к ним;

4) реализация программных мероприятий, базирующихся на принципах программно-целевого управления и фондовых механизмах хозяйствования;

5) введение в хозяйственный оборот биосферосовместимых технологий, устраняющих несбалансированность объектов автотранспортной инфраструктуры и обеспечивающих реализацию функций города для максимального удовлетворения общественных благ в условиях рыночной экономики.

К задачам разрабатываемых целевых программ в области обеспечения экологической безопасности ОГТС должны относиться:

– обеспечение качества окружающей среды в соответствии с действующей нормативно-правовой базой и доведение уровня защиты селитебных и рекреационных территорий от транспортного шума, отработавших газов двигателей внутреннего сгорания и других видов негативного воздействия объектов городского транспортного строительства до уровня, гарантированного государством в результате природоохранных мероприятий;

- снижение опосредованного влияния загрязнения окружающей среды на здоровье населения и обеспечение социальной защищенности городского населения при удовлетворении рациональных потребностей в качественных и безопасных транспортных услугах;

- развитие и внедрение новых механизмов управления природопользованием, научных и инженерно-технических методов управления снижением антропогенной нагрузки на урбанизированных территориях;

- улучшение качества жизни населения, снижение заболеваемости и смертности от экологически обусловленных причин;

- организация контроля за состоянием экологической ситуации в городе и разработка единой городской системы экологического и гигиенического мониторинга;

- организация системы управления качеством окружающей среды города;

- научно-техническое обеспечение природоохранной деятельности на территории города и другие.

В качестве основных индикаторов и программных показателей при выполнении целевых программ на основе биосферосовместимых технологий можно считать следующие:

- уменьшение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных и передвижных источников;

- доведение обеспеченности зелеными насаждениями до нормативных значений и выше нормативных;

- повышение эффективности использования освоенной территории города под транспортные функции;

- повышения значения показателя биосферной совместимости урбанизированных территорий до значений, соответствующих относительно благоприятной и весьма благоприятной экологических ситуаций;

- снижение ежегодного суммарного экологического ущерба от внедрения природоохранных мероприятий и ресурсосберегающих технологий;

- повышение экологического эффекта за счет предупреждения загрязнения экосистемы города и улучшения экологической обстановки городской среды;
- повышение социального эффекта путем стимулирования экологической направленности хозяйственной деятельности и повышения ее экологической безопасности.

4.2 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению экологической безопасности объектов городского транспортного строительства

При оценке эффективности мероприятий, обеспечивающих экологическую безопасность, следует рассматривать как состояние защищенности человека и окружающей среды от неблагоприятного воздействия объектов городского транспортного строительства.

Для региональной системы основным критерием экологически безопасного развития может служить уровень эколого-экономического баланса, отражающий степень соответствия общей антропогенной нагрузки экологической емкости территории.

Поэтому, оценка экологической безопасности может быть основана на соизмерении экологического и социально-экономического потенциалов региона. Сбалансированность имеет не только экологическое и социальное значение, но и прямое экономическое: равновесное соотношение экономических и экологических процессов предлагает дополнительный экономический инструмент контроля эффективности экологической деятельности. Соизмерение и согласование экономических, экологических и социальных потенциалов выступает основным условием достижения биосферной совместимости городской среды.

В действующей практике современного управления городским хозяйством и составляющими системы жизнедеятельности механизмом обеспечения их экологической безопасности служит возмещение экологического ущерба. Под экологическим ущербом, как одним из показателей комплексной эколого-экономической эффективности, понимается стоимостное выражение социально-экономических последствий, вызванных загрязнением окружающей среды, потерей или ухудшением

качества природных ресурсов и связанных с этими факторами ухудшением здоровья людей, а также затратами на ликвидацию негативных последствий и иные будущие расходы, вызванные намечаемым производством, использованием, выбросом или потенциальным выбросом вредных веществ или иной деятельностью, негативно влияющей на окружающую среду.

Мерой возмещения ущерба при проведении природоохранной деятельности является предотвращенный ущерб, представляющий собой оценку в денежной форме возможных отрицательных последствий, которых в рассматриваемый период времени удалось избежать в результате природоохранной деятельности [156].

$$\Delta\Pi = Y_1 - Y_2, \quad (4.1)$$

где $\Delta\Pi$ – величина предотвращенного ущерба;

Y_1 – величина ущерба до осуществления защитных мероприятий;

Y_2 – величина остаточного ущерба после проведения защитных мероприятий.

Следует учитывать прямой и косвенный ущербы, которые также могут быть социально-экономическими и экологическими.

Прямой ущерб проявляется непосредственно на территории, находящейся в зоне влияния объектов городского транспортного строительства. Косвенный ущерб проявляется в снижении качества жизни и заболеваемости людей вследствие воздействия загрязненной природной среды.

Величина экономического ущерба, предотвращаемого в результате прекращения или снижения негативного воздействия определяется по формуле:

$$\Delta\Pi = \gamma \cdot \sigma \cdot f \cdot \Delta M,$$

где γ – постоянная, характеризующая денежную оценку загрязнения условной единицы компонента природной среды;

σ – безразмерный показатель относительной опасности загрязнения;

f – коэффициент, учитывающий характер рассеивания загрязняющих веществ;

ΔM – снижение массы выбросов в окружающую среду.

Другим показателем комплексной эколого-экономической эффективности принятия управленческих решений и предлагаемых рекомендаций по обеспечению экологической безопасности объектов городского транспортного строительства является отношение полного экологического, экономического и социального эффектов от природоохранных мероприятий к объему затрат, связанных с их проведением.

Сбалансированность необходима не только природной и социальной составляющим, но и экономической, т.е. экономический рост, превышающий порог допустимых экологических нагрузок, является прямым дестабилизирующим фактором для окружающей среды.

В соответствии с принятой гипотезой о балансе :

$$B_i - Z_i > 0, \quad (4.2)$$

где B_i – экологическая ёмкость территории региона, которая отражает потенциал самовосстановления экологической составляющей и количественно равная полному экологическому, экономическому и социальному эффектам от природоохранных мероприятий;

Z_i – природоёмкость экономической системы региона, которая отражает совокупность объемов использования природных ресурсов, загрязнения окружающей среды и уровень заболеваемости населения, количественно равная объему затрат на осуществление природоохранных мероприятий и устранение ущерба.

Экономический ущерб, наносимый воздействием объектов городского транспортного строительства окружающей среде, складывается из ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и ущерба от загрязнения акустической среды населенных мест.

Экономический ущерб от выбросов загрязняющих веществ в атмосферу подсчитывается по формуле [156]:

$$Y = Y_{УДГ} \cdot M_i \cdot K_{Э} \cdot K_{ЭАТМ} \cdot K_{И}, \text{ руб/год},$$

где $Y_{УДГ}$ – величина экономической оценки удельного ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух экономического района РФ, руб/усл. т (для Центрально-Черноземного района $Y_{УДГ} = 62,6$ руб/год);

M_i – суммарный по всем видам автомобильного транспорта массовый выброс загрязняющих веществ, т;

$K_{Эi}$ – коэффициент относительной эколого-экономической опасности для i -го загрязняющего вещества, выбрасываемого в атмосферный воздух;

$K_{Э АТМ}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха для данного экономического района.

$K_{И}$ – коэффициент индексации платы.

Экономическая оценка ущерба, причиняемого населению акустическим загрязнением, может быть проведена по формуле

$$\begin{aligned} Y_{общ} &= Y_n + Y_d \\ Y_n &= K \cdot A(L_n) N_n(L_n), \\ Y_d &= K \cdot B(L_d) N_d(L_d), \end{aligned}$$

где Y_n - экономическая оценка ущерба, причиняемая населению шумами, действующими в ночное время;

Y_d - экономическая оценка ущерба, причиняемая населению шумами, действующими в дневное время;

$N_n(L_n)$ - количество людей, проживающих на территории, подверженной воздействию ОГТС, в комнатах, в которых суммарный эквивалентный уровень звука в ночное время имеет значение L_n ;

$N_d(L_d)$ - количество людей, проживающих на территории, подверженной воздействию ОГТС, в комнатах, в которых суммарный эквивалентный уровень звука в дневное время имеет значение L_d ;

$A(L_n), B(L_d)$ - безразмерные величины, определяемые по формулам

$$\begin{aligned} A(L_n) &= 0,5 \cdot 2^{0,15L_n} - 6,1; \\ B(L_d) &= 2^{0,1L_d} - 5,3; \end{aligned}$$

K – коэффициент, учитывающий экономические затраты на одного человека.

Вышеуказанный критерий (4.2) отвечает экологическому императиву и означает, что совокупная антропогенная нагрузка не должна превышать потенциал самовосстановления природной среды. Составляющие этого критерия зависят от

многих факторов, могут быть выражены массой вещества, стандартизованной по степени опасности, а также иметь стоимостное выражение.

Другим критерием экологической безопасности может служить здоровье населения. В пределах природо-социально-технической структуры городской среды общество выступает как подсистема, воздействующая на экологическую составляющую и испытывающая обратное влияние измененной природной среды [157]. Поэтому, в качестве одного из критериев экологической безопасности, который объединяет характеристики устойчивого функционирования как экологической, экономической, так и социальной составляющих является здоровье населения, которое является векторной величиной вида:

$$P = \{li(t), T, T(t), Fm(t), ng(k), \dots\} \quad (4.3)$$

где li - возрастные коэффициенты заболеваемости и смертности населения региона;

T - средняя продолжительность жизни;

$T(t)$ - средняя продолжительность жизни в возрасте t ;

$Fm(t)$ - коэффициент рождаемости в возрасте t ;

$ng(k)$ - частота генетически обусловленных болезней по поколениям k и другим болезням.

Техногенные воздействия на качество среды и состояние человека изменяют все эти величины и функцию здоровья в целом.

Учет данных критериев при оценке эффективности предложенных мероприятий позволит принимать научно обоснованные управленческие решения при обеспечении биосферной совместимости городской среды и экологической безопасности объектов городского транспортного строительства.

4.3 Мероприятия по экологической реконструкции территории, находящейся в зоне влияния объектов городского транспортного строительства

Одним из практических методов обеспечения экологической безопасности объектов городского транспортного строительства является экологическая реконструкция урбанизированных территорий. Экологическая реконструкция – это изменение параметров существующего неэкологичного объекта с приведением его и окружающей среды в состояние экологичности, в том числе равновесия с природной средой [158].

Автомобильная дорога является типичным представителем объектов городского транспортного строительства, поэтому мероприятия по экологической реконструкции рассмотрены на примере автомобильной дороги.

Общая схема воздействия объектов городского транспортного строительства на экосистему придорожной территории представлена на рисунке 4.2.

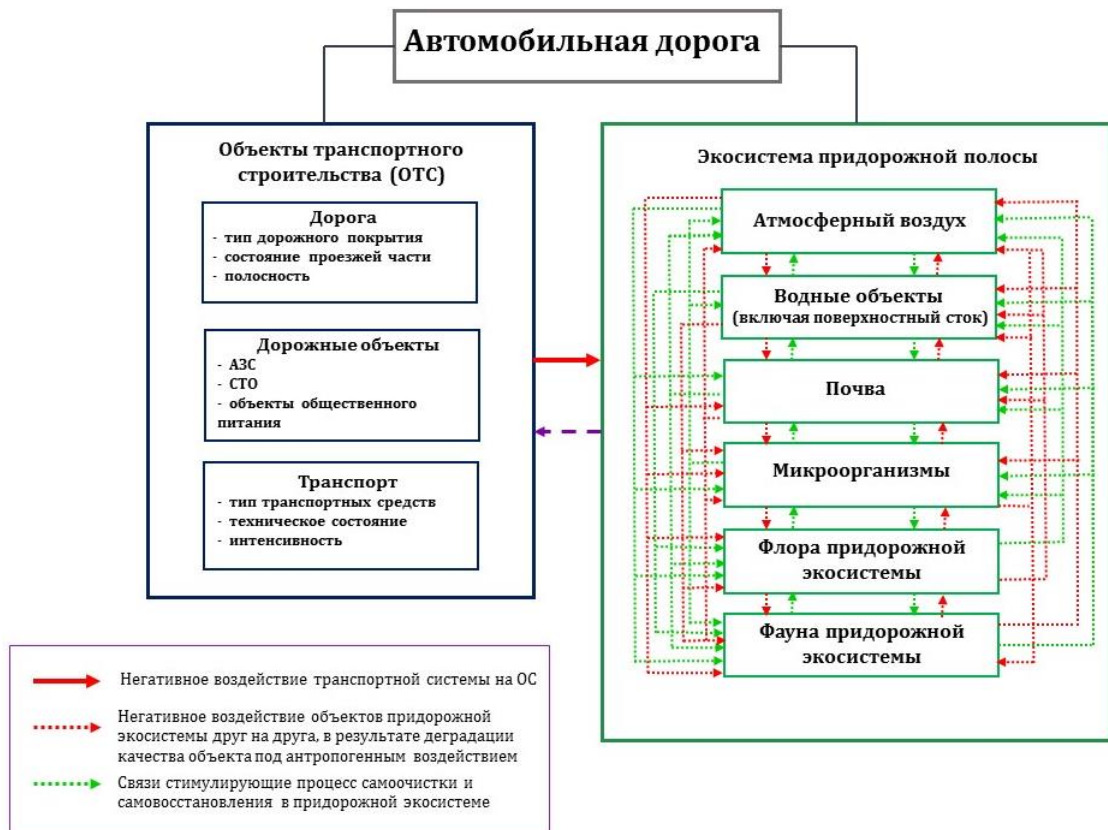


Рисунок 4.2 – Схема воздействия объектов городского транспортного строительства на экосистему придорожной территории

В соответствии со статьей 3 Федерального закона № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации...» от 8 ноября 2007 г. придорожные полосы автомобильной дороги – это территории, которые прилегают с обеих сторон к полосе отвода автомобильной дороги и в границах которых устанавливается особый режим использования земельных участков (частей земельных участков) в целях обеспечения требований безопасности дорожного движения, а также нормальных условий реконструкции, капитального ремонта, ремонта, содержания автомобильной дороги, ее сохранности учетом перспектив развития автомобильной дороги.

В соответствии с частью 2 статьи 26 этого же закона в зависимости от класса и (или) категории автомобильных дорог федерального значения с учетом перспектив их развития, за исключением автомобильных дорог, расположенных в границах населенных пунктов, ширина каждой придорожной полосы устанавливается от границы полосы отвода таких автомобильных дорог в размере:

- 1) семидесяти пяти метров - для автомобильных дорог первой и второй категорий;
- 2) пятидесяти метров - для автомобильных дорог третьей и четвертой категорий (рисунок 4.3);
- 3) двадцати пяти метров - для автомобильных дорог пятой категории;
- 4) ста метров - для подъездных дорог, соединяющих административные центры (столицы) субъектов Российской Федерации, города федерального значения Москву и Санкт-Петербург с другими населенными пунктами, а также для участков автомобильных дорог общего пользования федерального значения, построенных для объездов городов с численностью населения до двухсот пятидесяти тысяч человек;
- 5) ста пятидесяти метров - для участков автомобильных дорог, построенных для объездов городов с численностью населения свыше двухсот пятидесяти тысяч человек.

Решение об установлении границ придорожных полос автомобильных дорог федерального, регионального или муниципального, местного значения или об изменении границ таких придорожных полос принимается соответственно федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в сфере дорожного хозяйства, уполномоченным органом исполнительной власти субъекта Российской Федерации, органом местного самоуправления на основе данных экомониторинга.

Проанализировав нормативные документы можно сделать вывод, что в них установлены ограничения использования придорожной территории в целях обеспечения экологической безопасности только для дорог федерального и регионального значения, и отсутствуют – для улиц и дорог населенных пунктов. Согласно [159] «...Расстояние от края проезжей части улиц до линии застройки следует, как правило, принимать не более 25 м...», что не учитывает экологических показателей и состояния природной среды на данной территории, не зависит от класса опасности объекта городского транспортного строительства и оказываемого воздействия на городскую среду.

Выявленные в ходе мониторинга состояния городской среды ингредиентное и акустическое загрязнение зачастую продолжают распространяться и за установленными пределами придорожной территории. Особенно это актуально для дорог с высокой интенсивностью движения, а также при недостаточных организационно-технических или конструктивных решениях, снижающих неблагоприятные воздействия объектов транспортного строительства в пределах придорожной территории [160]. Зона влияния на окружающую природную среду может достигать 3000 м. На рисунке 4.3 показано распространение автомобильно-дорожных воздействий на придорожной территории.

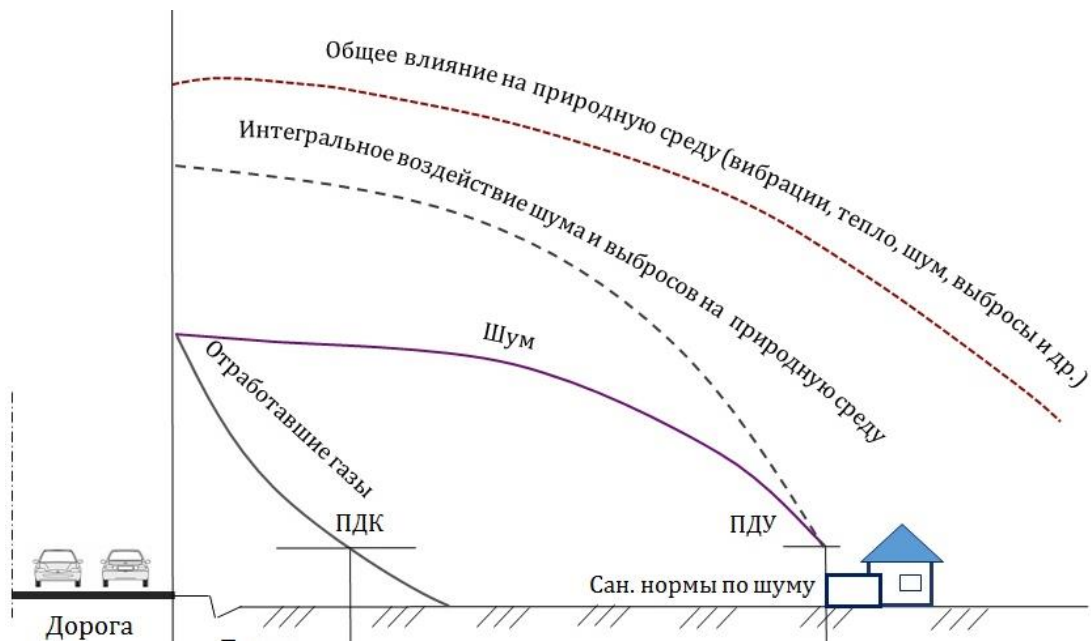


Рисунок 4.3 – Схема распространения автомобильно-дорожных воздействий на придорожной территории

Можно видеть, что существующие нормативно-технические требования к параметрам придорожной полосы [161] не учитывают принцип синергетического воздействия в нормировании требований. В связи с чем, экологически безопасное состояние объектов транспортного строительства предлагается обеспечивать путем введения интегральных критериев оценки техногенного воздействия на окружающую среду – показателей биосферной совместимости территории. Экологическую безопасность придорожной территории необходимо оценивать, сравнивая фактические значения объема поступающих загрязняющих веществ с объемами, не нарушающими экологического равновесия территории, находящейся в зоне влияния объектов транспортного строительства, с учетом газопоглотительной способности зеленых насаждений, расположенных на ней. [127; 141].

Рекомендации по экологической реконструкции территории даем в зависимости от расчетного значения показателя биосферной совместимости и оцененного состояния городской среды [162]. Так, предложенные в главе 2 количественные критерии оценки могут быть использованы в качестве нормируемых показателей экологической безопасности объектов городского транспортного строительства. Эти критерии следует ввести в документы, регулирующие градостроительную де-

тельность, такие как планы землепользования и застройки, градостроительные регламенты и проекты планировки территории, а также иных нормативно-правовые акты в строительстве.

В настоящее время практика разработки градостроительных регламентов и проектов планировки без учета экологических критериев приводит к негативным результатам, когда модернизация городской среды в одном месте может отозваться ее ухудшением в других местах. Поэтому важно регулировать застройку города, создавая безопасную и комфортную городскую среду, вводя ограничения использования придорожной территории, установленные с позиции охраны окружающей среды, обеспечения безопасности жизни и здоровья населения.

Примером градоустроительных мероприятий по экологической реконструкции может служить регулирование ширины придорожной полосы и санитарного разрыва. Так, при низких значениях показателя биосферной совместимости территории или стремлении его к нулю необходимо либо увеличивать рекомендуемую ширину санитарного разрыва, либо предусматривать соответствующие организационно-технические или конструктивные решения, снижающие неблагоприятные воздействия объектов транспортного строительства. При высоких значениях показателя или стремлении его к единице возможно сохранение размера санитарного разрыва автомобильной дороги в пределах, установленных действующими нормами, за счет ранее реализованных мероприятий по экологической реконструкции придорожной полосы.

При этом регулирование ширины придорожной полосы целесообразно осуществлять на основе выявленного уровня отрицательного воздействия на природную среду со стороны транспортного объекта. В качестве количественной характеристики такого воздействия при регулировании ширины придорожной полосы в целях сохранения экологического равновесия может выступать индекс, учитывающий расчетное значение интегрального показателя биосферной совместимости урбанизированной территории:

$$R_{II} = F(\eta_{отс}) = F(\eta_N; \eta_P), \quad (4.4)$$

где F – функция экологического воздействия, определяющая реакцию окружающей среды в радиусе действия R_{II} .

Для регулирования ширины придорожной полосы и санитарного разрыва автомобильной дороги в зависимости от расчетного значения интегрального показателя биосферной совместимости территории рекомендуется принять следующие индексы (коэффициенты) и соответствующие выявленной экологической ситуации защитные мероприятия (таблица 4.1).

Так, например, для автомобильной дороги пятой категории, наиболее характерной для улично-дорожной сети города, минимально необходимая величина санитарного разрыва, характеризуемого размером зоны поражения (ограниченного развития), составит:

- для весьма неблагоприятной экологической ситуации ($\eta_{отс} = 0 \div 0,19$) – 45 м;
- для неблагоприятной экологической ситуации ($\eta_{отс} = 0,20 \div 0,36$) – 40 м;
- для малоблагоприятной экологической ситуации ($\eta_{отс} = 0,37 \div 0,62$) – 35 м;
- для относительно благоприятной экологической ситуации ($\eta_{отс} = 0,63 \div 0,79$) – 30 м;
- для благоприятной экологической ситуации ($\eta_{отс} = 0,80 \div 1,0$) – 25 м.

Таблица 4.1 – Коэффициент регулирования ширины придорожной полосы и санитарного разрыва автомобильной дороги и рекомендуемые мероприятия по экологической реконструкции

Общий интегральный показатель биосферной совместимости урбанизированной территории $\eta_{огс}$	Коэффициент регулирования ширины придорожной полосы и санитарного разрыва автомобильной дороги, $k \cdot n$	Экологическая ситуация на придорожной территории	Рекомендуемые мероприятия по экологической реконструкции придорожной территории
0-0,19	1,8 n	весьма неблагоприятная	Шумо-газо-пылезащитное озеленение шириной посадки не менее 25 м. Применение выемок, валов и экранов в виде нежилых зданий и сооружений. Применение комбинированных шумозащитных экранов.
0,20-0,36	1,6 n	относительно неблагоприятная	Шумо-газо-пылезащитное озеленение шириной посадки не менее 15 м. Применение выемок, валов и экранов в виде нежилых зданий и сооружений. Применение шумозащитных экранов.
0,37-0,62	1,4 n	малоблагоприятная	Шумо-газо-пылезащитное озеленение шириной посадки не менее 10 м. Применение экологических инженерных сооружений, в том числе биопозитивных озеленяемых шумозащитных экранов.
0,63-0,79	1,2 n	относительно благоприятная	Шумо-газо-пылезащитное озеленение шириной посадки не менее 5 м.
0,80-1,0	n	весьма благоприятная	Мероприятия по экологической реконструкции придорожной полосы не требуются.

Примечание: n – установленный норматив ширины придорожной территории в зависимости от категории дороги, м

К основным мероприятиям по экологической реконструкции придорожной территории можно отнести шумо-газо-пылезащитное озеленение территории. Такой вид озеленения представляет собой плотную многорядную посадку специально подобранных древесно-кустарниковых пород и является эффективным препятствием на пути распространения шума, выхлопных газов и скапливающейся на дорожном покрытии пыли. Основными задачами озеленения являются защита дорог

и их конструктивных элементов от воздействия неблагоприятных природно-климатических факторов, защита прилегающих к дороге территорий от транспортных загрязнений, создание элементов благоустройства и архитектурно-художественного оформления дороги, а также обеспечения зрительного ориентирования водителей [155]. Размещение всех видов озеленения на вновь строящихся (реконструируемых) автомобильных дорогах общего пользования может осуществляться в пределах придорожной территории шириной не менее 50 метров.

С целью снижения уровня транспортного шума применяют различные виды конструкций шумозащитных экранов. Применение таких противозумных мер позволяет снизить уровень шумов на 20% ниже предельно допустимых [135].

Таким образом, на основании численного значения интегрального показателя биосферной совместимости η_{OTC} даны рекомендации по экологической реконструкции территории, находящейся в зоне влияния объектов городского транспортного строительства. Значения параметров придорожной территории и санитарного разрыва, например, для автомобильной дороги, должны соответствовать принятым нормативам безопасности окружающей среды и социальным стандартам качества жизни, определяющим возможность экологического самообеспечения и прогрессивного развития биотехносферы урбанизированных территорий в контексте основных положений парадигмы биосферной совместимости.

Выводы по главе 4

1 На основе теоретических, экспериментальных и численных исследований предложена методика мониторинга состояния городской среды от воздействия объектов транспортного строительства на принципах совместимости с окружающей природной средой, на основе которой возможно определение направлений получения информации одновременно по трем составляющим окружающей среды: природной, социальной и технической.

2 Предложен комплекс защитных мероприятий конструктивно-технического, организационно-административного и планировочно-градостроительного харак-

тера для повышения экологической эффективности объектов городского транспортного строительства, а также разработаны предложения к программам инновационного развития ОГТС городов, базирующихся на внедрении биосферосовместимых технологий.

3 Сформулированы критерии экологической и экономической оценки эффективности предложенных мероприятий, позволяющие принимать научно обоснованные управленческие решения при выборе наиболее эффективного варианта мероприятий в отношении обеспечения экологической безопасности объектов городского транспортного строительства.

4 Предложены мероприятия по экологической реконструкции территории, находящейся в зоне влияния объектов городского транспортного строительства. Основным инструментарием обеспечения соответствия городской среды принятым нормативам безопасности и социальным стандартам качества жизни может служить регулирование ширины санитарного разрыва. Установлена функциональная зависимость ширины придорожной территории от численного значения интегрального показателя биосферной совместимости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщая результаты проведенных исследований, можно сделать вывод о том, что в диссертации получили существенное развитие научные основы обеспечения биосферной совместимости городской среды и экологической безопасности объектов городского транспортного строительства на принципах совместимости с окружающей природной средой, способствующие созданию безопасной и комфортной среды жизнедеятельности.

При этом получены следующие основные научные и практические результаты.

1. Выполнен анализ современных концептуально-методологических подходов к созданию биосферосовместимой городской среды, как состоянию экологического равновесия и баланса средообразующих компонентов биотехносферы, и обеспечению экологической безопасности объектов городского транспортного строительства. Показано, что существующие методы и методики обеспечения экологической безопасности ОГТС не всегда носят системный характер и не в полной мере отвечают современным вызовам, и для решения поставленной задачи необходимо проведение междисциплинарных исследований в плоскости взаимодействия техногенных систем с природной средой и человеком.

2. Построены новые критерии оценки экологической безопасности объектов городского транспортного строительства, характеризующие ингредиентное и акустическое загрязнение, которые базируются на основе модели баланса био- и техносферы и позволяют определить экологическую ситуацию городской среды при сопоставлении степени техногенной нагрузки от воздействия транспортных объектов и экологического потенциала территории.

3. Предложена методика оценки состояния биосферной совместимости городской среды на основе интегрального показателя биосферной совместимости, использование которой позволяет комплексно оценить ингредиентное и акустическое воздействия с учетом их синергетического эффекта. При реализации методики

принимаются во внимание сложившаяся на урбанизированной территории экологическая ситуация и классы экологической опасности исследуемых техногенных объектов.

4. Выполнены экспериментальные и численные исследования ингредиентного и акустического загрязнения городской среды от воздействия объектов городского транспортного строительства (на примере г. Орла) на основе показателей биосферной совместимости. Пространственный анализ показал, что акустическая среда г. Орла находится в достаточно хорошем состоянии, по сравнению с ингредиентным уровнем загрязнения атмосферного воздуха. В целом, по результатам интегральной оценки экологической безопасности природную среду по районам города можно охарактеризовать как малоблагоприятную или относительно благоприятную, что обусловлено наличием объектов городского транспортного строительства III, IV и V классов опасности.

5. Предложена методика мониторинга при комплексной оценке состояния городской среды от негативного техногенного воздействия объектов транспортного строительства на принципах совместимости с окружающей природной средой, на основе которой возможно определение направлений получения информации одновременно по трем составляющим окружающей среды: природной, социальной и технической.

6. Разработаны предложения по экологической реконструкции урбанизированных территорий и комплексу конструктивно-технических, организационно-административных и планировочно-градостроительных мероприятий по защите городской среды от негативного воздействия объектов городского транспортного строительства на основе биосферосовместимых технологий. Основным инструментом обеспечения соответствия городской среды принятым нормативам безопасности и социальным стандартам качества жизни может служить регулирование ширины санитарного разрыва. Установлена функциональная зависимость ширины придорожной территории от численного значения интегрального показателя биосферной совместимости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Глава 1

1. Социально-демографический портрет России: По итогам Всероссийской переписи населения 2010 года / Федер. служба гос. статистики. – М.: ИИЦ «Статистика России», 2012. – 183 с
2. Ларин, О.Н. Теоретические и методологические основы развития транзитного потенциала автотранспортных систем регионов (на примере Челябинской области): автореф. дис. ... док. тех. наук: 05.22.01. - М, 2008.
3. Аналитическое агентство «Автостат» [Электронный ресурс]. Тольятти: Автомобильная статистика, – 2005-2015. URL: <http://www.autostat.ru>.
4. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс] // Официальный сайт Госавтоинспекции. М.: ГУОБДД МВД России. – 2007-2015. URL: <https://www.gibdd.ru/stat>.
5. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года / Министерство транспорта Российской Федерации. – М., 2005.
6. Сарбаев, В.И. Теоретические основы обеспечения экологической безопасности автомобильного транспорта: монография [Текст] / В. И. Сарбаев. – М.: РИЦ МГИУ, 2003. – 144 с.
7. Сарбаев, В.И. Системный подход к проблемам обеспечения экологической безопасности автомобильного транспорта [Текст] / В. И. Сарбаев. // Материалы II Международной научно-практической конференции «Прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий» 14-17 мая 2013 г. – Майкоп. – 2013. – С. 189-197.
8. Луканин, В.Н. Промышленно-транспортная экология: учебн. для вузов [Текст] / В.Н. Луканин, Ю.В. Трофименко; под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высшая школа, 2001. – 273 с.
9. Трофименко, Ю.В. Оценка уровня техногенной опасности городских транспортных потоков [Текст] / Ю.В. Трофименко, В.Л. Жданов // Безопасность в техносфере. – 2009. – № 1. – С. 23-27.

10. Трофименко, Ю.В. О соответствии нормативной и методической базы современным экологическим требованиям при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог в России [Текст] / Ю.В. Трофименко, В.Ф. Гракович // Безопасность в техносфере. – 2012. – № 2. – С. 59-64.

11. Растяпина, О.А. Совершенствование методов проектирования городских газозащитных зеленых зон от выбросов автотранспорта: дис. ... канд. техн. наук: 03.00.16 – Волгоград, 2003.

12. Донченко, В.В. Комплексный подход к формированию транспортной политики мегаполисов в условиях перегруженности улично-дорожных сетей [Текст] / В.В. Донченко, Ю.И. Кунин, Д.М. Казьмин // Журнал автомобильных инженеров. – 2010. – № 1(60). – С. 38-45.

13. Донченко, В.В. Методы расчёта выбросов от автотранспорта и результаты их применения [Текст] / В.В. Донченко, Ю.И. Кунин, А.В. Рузский, В. Виженский // Журнал автомобильных инженеров. – 2014. – № 3(86). – С. 44-51.

14. Семин, П.А. Некоторые аспекты развития рынка автотранспортных услуг СНГ: контекст перевозчика [Текст] / П.А. Семин, Е.В. Муравкина // Автотранспортное предприятие. – 2014. – № 4. – С. 21-24.

15. Латышев, М.В. Повышение эффективности управления процессами автотехобслуживания на основе планирования их уровня качества: дис. ... док. техн. наук: 05.22.10 – Владимир, 2005.

16. Клейнер, Б.С. Теория и практика организации функционирования автотранспортных предприятий и объединений [Текст] / Б.С. Клейнер. – М.: Изд-во МАДИ. – 1980. – 271 с.

17. Напольский, Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания. [Текст] / Г.М. Напольский. – М.: Транспорт – 1993.

18. Постолиит, А.В. Информационное обеспечение автотранспортных систем: учеб. пособие [Текст] / А.В. Постолиит, В.М. Власов, Д.Б. Ефименко. – М.: Издательство МАДИ. – 2004.

19. Кузнецов, Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов [Текст] / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. – М.: Наука, 2001. – 535 с.
20. Корчагин, В.А. Экологизация экономики и транспорта: учеб. пособие для вузов [Текст] / В.А. Корчагин, М.П. Улицкий. – М.: МАДИ. – 2001.
21. Бочаров, Ю.П. Ранжирование транспортно-пересадочных узлов городской интермодальной транспортной системы [Текст] / Ю. П. Бочаров, М.Л. Петрович, А.С. Баранов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. - 2013. - № 31-(50). - С. 430-436.
22. Азаренкова, З.В. Ключевые элементы транспортной системы города // Градостроительство. – 2009. - № 2. – С. 49-52.
23. Стрельников, А.И. Транспорт как фактор организации структуры поселений и делимитации их границ // Градостроительство. – 2009. - № 1. – С. 23-27.
24. Агасьянц, А.А. К вопросу совершенствования городских транспортных систем [Текст] / А.А. Агасьянц // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. - № 12. - 2000 - С. 6-7.
25. Агасьянц, А.А. Современные стратегические задачи градостроительного и транспортного развития [Текст] / А.А. Агасьянц // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: Сб. - Екатеринбург, 2004. - С. 1-4.
26. Бочаров, Ю.П. Производство и пространственная организация городов. [Текст] / Ю.П. Бочаров, Г.И. Фильваров - М.: Стройиздат, 1987.
27. Гольц, Г.А. Особенности технико-экономического обоснования дорожного и уличного строительства в городах и их ближнем окружении: идейные основы и пути трансляции накопленного научного багажа на всю дорожную сеть [Текст] / Г.А. Гольц // Материалы IX международной НПК. - Екатеринбург, 2003. - С. 14-22.
28. Лобанов, Е.М. Транспортная планировка городов. [Текст] / Е.М. Лобанов. - М.: Транспорт, 1990. - 240 с.

29. Михайлов, А.Ю., Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей городов [Текст] / А.Ю. Михайлов, И.М. Головных. - Новосибирск: Наука. – 2004.
30. Павлова, Е.И. Экология транспорта: учебник для вузов. [Текст] / Е.И. Павлова. - М: Транспорт. – 2000. -248 с.
31. Пучков, Л.А. Человек и биосфера: вхождение в техносферу [Текст]: учебник для вузов / Л.А. Пучков. – М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2000. – 342 с.
32. Ерохов В.И. Влияние дорожных факторов на выброс вредных веществ и расход топлива автотранспортными средствами [Текст] / В.И. Ерохов, Е.В. Бондаренко // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2005. – №. 4.
33. Голицын, А.Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды [Текст]/ А.Н. Голицын. - М.: ОНИКС, 2007.
34. Чернецов, Д.А. Токсичность отработавших газов дизелей и их антропогенное воздействие [Текст] / Д.А Чернецов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. ВИ Вернадского. – 2010.
35. Мансурова, С.Е. Здоровье человека и окружающая среда [Текст] / С.Е. Мансурова, О.А. Шклярова // Элективный курс.–М. – 2006. – Т. 5.
36. Онищенко, Г.Г. О санитарно-эпидемиологическом состоянии окружающей среды [Текст] / Г.Г. Онищенко // Гигиена и санитария. – 2013. – №. 2.
37. Хотько, Н.И. Санитарное состояние атмосферного воздуха и здоровье населения [Текст] / Н.И. Хотько, А.П. Дмитриев //Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2012. – №. 2.
38. Суржиков, В.Д. Загрязнение атмосферного воздуха промышленного города как фактор неканцерогенного риска для здоровья населения [Текст] / В.Д. Суржиков, Д.В. Суржиков, Р.А. Голиков // Гигиена и санитария. – 2013. – №1.
39. Павлова, А.Н. Состояние здоровья подростков, проживающих в экологически неблагоприятном районе [Текст] / А.Н. Павлова, В.И. Макарова // International medical scientific journal. – 2015. – С. 44.

40. Кузнецов, Е.С. Пути и методы обеспечения экологической безопасности автотранспортного комплекса региона [Текст] / Е.С. Кузнецов. – М., 1998 – 44 с.
41. Владимиров, В.В. Расселение и экология. [Текст] / В.В. Владимиров. – М.: Стройиздат, 1996. – 392 с.
42. Бедный, М.С. Социально-гигиеническая характеристика заболеваемости городского и сельского населения [Текст] / М.С. Бедный. – М., 1980, С. 237-238.
43. Лашнева, И.П. Заболеваемость дошкольников, проживающих в районах с разным уровнем загрязненности атмосферного воздуха [Текст] / И.П. Лашнева // Некоторые вопросы гигиены растущего организма. – М., 1981. – С. 40-48.
44. Брума, Е.В. Технологии обеспечения экологически безопасной и доступной среды биосферно-совместимого города для маломобильных групп населения: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.19 – Орел, 2014.
45. Буторина, М.В. Оценка акустического загрязнения от автомобильных дорог и выбор мероприятий по снижению шума. [Текст] / М.В. Буторина, Н.В. Тюрина // Безопасность жизнедеятельности. – 2005. - №10. – С. 21-26.
46. Васильев, А.В. Мониторинг акустического загрязнения селитебной территории г. Тольятти и оценка его влияния на здоровье населения. [Текст] / А.В. Васильев, Г.С. Розенберг // Безопасность в техносфере. – 2007. - №3. – С. 9-12.
47. Белоусов, В.Н. Борьба с шумом в городах [Текст] / В.Н. Белоусов, Б.Г. Прутков, А.П. Шицкова и др. – М.: Стройиздат, 1987. – 248 с.
48. Руководство по учету в проектах планировки и застройки городов требований снижения шума / ЦНИИП градостроительства. – М.: Стройиздат, 1984. – 55 с.
49. Сапожкова, Н.В. Подбор мероприятий по снижению негативного воздействия автотранспорта на городскую среду [Текст] / Н.В. Сапожкова // Вестн. ВолгГАСУ. Сер.: Стр-во и архитектура. – 2011. Вып. 23(42). – С. 162-167.
50. Осипов, Г.Л. Защита зданий от шума [Текст] / Г.Л. Осипов. – М.: Стройиздат, 1972. – 216 с.
51. Осипов, Г.Л. Градостроительные меры борьбы с шумом [Текст] / Г.Л. Осипов [и др.]. – М.: Стройиздат, 1975. – 232 с.

52. ОДМ 218.2.013-2011 Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам. – М.: Издательство ФГУП «Информавтодор», 2011.

53. Свод правил СП 51.13330.2011 (Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003). Защита от шума. – Взамен СНиП II-12-77; введ. 01.01.2004. – М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004. – 32 с.

54. Вернадский, В.И. Биосфера и ноосфера / В.И. Вернадский. – М.: Айрис-пресс, 2004. – 576 с.

55. Колесников, В.А. Принципы создания экотехнологий [Текст] / В.А. Колесников, А.Ю. Налетов. – Москва : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2008. – 452 с.

56. Медоуз, Д.Х. Пределы роста: 30 лет спустя [Текст] / Д.Х. Медоуз, Й. Рандерс, Д.Л. Медоуз ; пер. с англ. Е.Л. Оганесян ; под ред. Н. П. Тарасовой. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 358 с.

57. Израэль, Ю.А. Тенденции и динамика загрязнения природной среды Российской федерации на рубеже XX-XXI веков [Текст] / Федер. служба по гидрометеорологии и мониторингу окруж. среды, Росгидромет ; под ред. акад. РАН Ю.А. Израэля. – Москва: Росгидромет. - 2007. – 65 с.

58. Ловинс, Э. Фактор четыре. Затрат половина, отдача двойная. Новый доклад Римскому клубу [Текст] / Э. Ловинс [и др.]. - Изд. 2-е. - 2000. – 389 с.

59. Акимова, Т.А. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда [Текст] : учеб. для вузов / Т. А. Акимова, В. В. Хаскин. – 2-е изд., перераб., доп. – Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 566 с.

60. Ильичёв, В.А. Биосферная совместимость: Технологии внедрения инноваций. Города, развивающие человека [Текст] / В.А. Ильичёв. – Москва: Кн. дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 240 с.

61. Сапожкова, Н.В. Разработка метода комплексной оценки воздействия автотранспорта на экологическую безопасность городской среды для обоснования мониторинга и защитных мероприятий: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.19 – Волгоград, 2012.

62. Владимиров, В.В. Экологические проблемы антропогенного воздействия на городскую среду [Текст] / В.В. Владимиров, В.В. Алексашина. – Итоги науки и техники. Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. – М.:ВИНИТИ, 1988. – Т.22. – С. 43.

63. Буренин, Н.С. Развитие нормативно-методического обеспечения нормирования выбросов с учетом формируемой новой нормативной базы [Текст] / Н.С. Буренин // Охрана атмосферного воздуха. Атмосфера, 2010. - № 3. - С. 6-12.

64. Голубничий, А.А. Нормирование стандартов качества атмосферного воздуха (европейский и российский опыт) [Текст] / А.А. Голубничий, М.В. Замулина М.В. // Политика, государство и право, 2015. – №1(37). – С. 18-21.

65. Шаприцкий, В.Н. Разработка нормативов ПДВ для защиты атмосферы: справочник [Текст] /В.Н. Шаприцкий. – М.: Металлургия, 1990. - 416 с.

66. Ежегодники выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух городов и регионов Российской Федерации. Под ред. Ми-ляева В.Б. СПб: НИИ Атмосфера, 2007-2011.

67. Ежегодники состояния загрязнения воздуха и выбросов вредных веществ в атмосферу городов и промышленных центров Российской Федерации (России). Том «Выбросы вредных веществ». СПб., 1999-2006.

68. Ежегодники состояния загрязнения воздуха городов и промышленных центров Российской Федерации (России). СПб.: ГГО, 2007-2011.

69. Инструкция по нормированию выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в атмосферу и в водные объекты. М., 1989 // Справочно-правовая система «Консультант Плюс»

70. Шемяков, П.М. О порядке проведения инвентаризации выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и их источников [Текст] / П.М. Шемяков, Н.С. Буренин, В.С. Панфилов // Охрана атмосферного воздуха. Атмосфера. – 2010. - № 4. - С. 9-15.

71. ОНД-86 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий ОНД-86. – Взамен СН 369-74; введ. 01.01.1987. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 93 с.

72. Шестопалов, А.В. Повышение точности контроля концентрации выбросов в атмосфере города стационарными источниками: дис. ... канд. техн. наук: 05.11.13 – Омск, 2007.

73. Зубкова, И.Ю. Разработка методов мониторинга загрязнения воздушной среды автомагистралей крупных городов для предотвращения образования фотохимического смога: дис. ... канд. техн. наук. – Волгоград, 2002.

74. Бакаева, Н.В. Экологические риски при обслуживании автомобилей [Текст] / Н.В. Бакаева // Мир транспорта. – М., 2009. - № 3– С.134-139.

75. Бакаева, Н.В. Моделирование управления автотранспортной системой биосферосовместимого города [Текст] / Н.В. Бакаева // Сб. мат. VIII Крымской Международной научно-практической конференции «Геометрическое и компьютерное моделирование: энергосбережение, экология, дизайн». - Симферополь – 2011, С.15 - 22.

76. Расчетная инструкция (методика) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами в атмосферный воздух. – Взамен Методики определения массы выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами в атмосферу воздуха; введ. 07.12.2006. – М.: Автополис-плюс, 2008. – 84 с.

77. Плешакова, О.В. Снижение вредного влияния автотранспорта на окружающую среду крупного города: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01. – Новосибирск, 2006.

78. Волкадаева, М.В. Научно-методические основы оценки воздействия автотранспорта на атмосферный воздух: дис. ... док. техн. наук: 25.00.36. – Санкт-Петербург, 2009.

79. Денисов, В.Н. Проблемы экологизации автомобильного транспорта. [Текст] / В.Н. Денисов, В.А. Роголёв. – С.-Пб.: МАНЭБ, 2003. – 213 с.

80. Тишкин, С.А. Оценка влияния вредных выбросов грузового автотранспорта на экологическую обстановку в районе его действия: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. – Москва, 2012.

81. Буторина, М.В. Составление карты шума автомобильных дорог и ее использование для снижения шума в жилой застройке :На примере транспортного обхода вокруг Санкт-Петербурга: дис. ... канд. техн. наук: 01.04.06. – Санкт-Петербург, 2002.

82. Бечина, Д.Н. Древесно-кустарниковая растительность в городских условиях и ее влияние на снижение шума от автотранспорта :На примере города Саратова: дис. ... канд. биолог. наук: 03.00.16. – Саратов, 2006.

83. Поспелов, П.И. Прогнозирование и расчет транспортного шума и средств защиты при проектировании автомобильных дорог: дис. ... док. техн. наук: 05.23.11. – Москва, 2003.

84. Шубин, И.Л. Акустический расчет и проектирование конструкций шумозащитных экранов: дис. ... док. техн. наук: 05.23.01. – Москва, 2011.

85. Васильева, В.В. Оценка воздействия автотранспортных потоков на акустическую среду городской территории: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10. – Орел, 2008.

86. Руководство по оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС) при проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации объектов дорожного хозяйства (Минтранс РФ Расп.ОС–482–р 22.11.2001).

87. Большеротов, А.Л. Роль и место системы оценки экологической безопасности строительства в структуре обеспечения экологической безопасности страны [Текст]/ А.Л. Большеротов, М.А Колчигин, А.Ю. Шакиров, И.Е Харьковца // Жилищное строительство. – 2011. – № 9. – С.44–50.

88. Большеротов, А.Л. Экологическая парадигма - детерминированная «планетарная модель» [Текст] / А.Л. Большеротов // Жилищное строительство. – 2011. – № 2.

89. Теличенко, В.И. Классификация уровней безопасности и качественного состояния экосистем. Ч.1: Естественные экосистемы [Текст]/ В.И. Теличенко, А.Л. Большеротов // Промышленное и гражданское строительство. – 2010. – № 12. – С.52–54.

90. Теличенко, В.И. Комплексная система экологической безопасности строительства [Текст] / В.И. Теличенко, А.Л. Большеротов // Жилищное строительство. – 2010. – № 12. – С.2–5.

91. Теличенко, В.И. Обеспечение экологической безопасности вторичных природных ландшафтов, образующихся в местах открытой разработки минерального сырья [Текст] / В.И. Теличенко, Е. В. Щербина // Экология урбанизированных территорий. – 2006. – № 4. – С. 35-38.

92. Теличенко, В.И. Управление экологической безопасностью строительства. Экологический мониторинг: учебное пособие [Текст] / В.И. Теличенко, М.Ю. Слесарев, В.Ф. Стойков. – М.: Издательство АСВ, 2005. – 328 с.

93. Шеина, С.Г. Обеспечения градостроительной деятельности на основе мониторинга параметров среды обитания [Текст] / С.Г. Шеина, Л.В. Гиря // Инженерный вестник Дона. – 2012. – №. 3.

94. Заболотских, В.В. Комплексный мониторинг антропогенного загрязнения в системе обеспечения экологической безопасности города [Текст] / В.В. Заболотских, А.В. Васильев, Ю.П. Терещенко // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2012. – №. 2. – С. 58.

95. Безуглая, Э.Ю. Мониторинг загрязнения атмосферы в городах Российской Федерации [Текст] / Э.Ю. Безуглая, Н.С. Вольберг, О.П. Шарикова. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 121 с.

96. Израэль, Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды [Текст] / Ю.А. Израэль. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 560 с.

97. Курылева, Л.В. Совершенствование оценки экологической безопасности в городских природно-технических системах (с позиций научной идеализации) : дис. ... канд. техн. наук: 05.23.19. – Волгоград, 2014.

98. Двинянина, О.В. Развитие методологии нормирования выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух применительно к объектам стройиндустрии: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.19. – Волгоград, 2012.

99. Лунц, Л.Б. Городское зеленое строительство / Л.Б. Лунц. – М.: Стройиздат, 1974. – 289 с.

100. Боговая, И.О. Озеленение населенных мест: учебное пособие / И.О. Боговая, В.С.Теодоронский: 2-е изд.,-СПб: издательство «Лань», 2012 – 240с. : ил.
101. Владимиров, В.В. Город и ландшафт: (проблемы, конструктивные задачи и решения) / В.В. Владимиров, Е.М. Микулина, З.Н. Яргина.– М.: Мысль, 1986 – 238 с., ил, карт схем.
102. Назаров, Ю.В. Экологическое состояние урбанизированных территорий Балашовского района и их защита от негативного влияния автотранспорта: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. – Брянск, 2006.
103. Щербина, Е.В. Инженерно-экологические аспекты планирования городов [Текст]/ Е. В. Щербина // Экология урбанизированных территорий. – 2008. – № 4. – С. 67-71.
104. Щербина, Е.В. Принципы геоэкологического проектирования полигонов твердых бытовых отходов [Текст]/ Е. В. Щербина // Экология урбанизированных территорий. – 2006. – № 1. – С. 88-92.
105. Тетиор, А.Н. Городская экология [Текст]/ А.Н. Тетиор // Академия. – М., 2007. – 582 с.
106. Тетиор, А.Н. Архитектурно-строительная экология: учеб. пособие [Текст] / А.Н. Тетиор // Академия. – М., 2009.
107. Чернышов, Е.М. Актуализация проблем градостроительства в контексте экологических вызовов промышленного развития и модернизации [Текст] / Е.М. Чернышов. – М.: Градостроительство, №1, 2010 – С.44-49.
108. Чистякова, С.Б. Экологические аспекты регулирования градостроительной деятельности [Текст] / С.Б. Чистякова. – М.: Academia, 2009. № 4– С. 31-35.
109. Сидоренко, В.Ф. Комплексная экологическая оценка жилой застройки как фактор оптимизации среды жизнедеятельности [Текст] / В.Ф. Сидоренко // Экология урбанизированных территорий. – 2006. – № 1. – С. 42-49.
110. Ильичев, В.А. Может ли город быть биосферосовместимым и развивать человека? [Текст] / В.А. Ильичев // Архитектура и строительство Москвы. – 2009. – № 2 (544). – С.8–13.

111. Ильичев, В.А. Некоторые вопросы проектирования поселений с позиции концепции биосферной совместимости [Текст] / В.А. Ильичев, В.И. Колчунов, А.В. Берсенев, А.Л. Поздняков. – Academia, 2009. – №1. – С. 50-57.

112. Ильичев, В.А. Методика прогнозирования показателей биосферосовместимости урбанизированных территорий [Текст] / В.А. Ильичев, В.И. Колчунов, В.А. Гордон. - М.: Градостроительство, 2010.- № 1. - С. 37-43.

113. Ильичев, В.А. Биосферная совместимость городов и развитие человека – две стороны одной медали [Текст] / В.А. Ильичев // Исследования и инновационные разработки: в 2 т.: сб. статей к общему собранию РААСН. – Москва-Иваново: РААСН, ИГАСУ, 2010.-Т.2.-С. 88-92.

114. Ильичев, В.А. К установлению корреляционных связей человеческого потенциала с характеристиками среды обитания [Текст]: Материалы международной научно-практической конференции «Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: опыт, проблемы, поиски решения» / В.А. Ильичев, В.И. Колчунов, В.А. Гордон. - Казань, 2010. - С.214-226.

115. Ильичев, В.А. Методика моделирования параметров биосферосовместимости урбанизированных территорий [Текст] / В.А. Ильичев, В.И. Колчунов, В.А. Гордон, В.И. Бруслова. - Орел: Строительство и реконструкция, 2010.– №5/29.– С. 67-75.

116. Ильичев, В.А. Принципы преобразования города в биосферосовместимый и развивающий человека [Текст] / В.А. Ильичев // Научно-технический и производственный журнал «Промышленное и гражданское строительство». – М.: ООО «Издательство ПГС», 2010. – № 6. – С. 3-13.

117. Ильичев, В.А. К построению динамической модели закрытой биосферосовместимой территории [Текст] / В.А. Ильичев, В.И. Колчунов, В.А. Гордон. – М.: Градостроительство, 2011, № 2.- С.46-49.

118. Ильичев, В.А. К количественной оценке баланса биосферосовместимого и развивающего человека города [Текст] / В.А. Ильичев, В.И. Колчунов, В.А. Гордон. - СПб.: Биосфера, 2011.- № 4.

119. Ильичев, В. А. Предложения к доктрине градоустройства и расселения (стратегического планирования городов) [Текст] / В. А. Ильичев, А.М. Каримов, В. И. Колчунов, В. В. Алексашина, Н. В. Бакаева, С. А. Кобелева // Жилищное строительство. – №1. – С.2–11.

120. Большеротов, А.Л. Научные основы и методология формирования системы оценки экологической безопасности урбанизированных территорий: дис. ... док. техн. наук: 05.23.19. – Москва, 2012.

121. Садовникова, Н.П. Методологические основы поддержки принятия решений в задачах обеспечения экологической безопасности развития урбанизированных территорий: дис. ... док. техн. наук: 05.23.19. – Волгоград, 2013.

122. Ветрова, Н.М. Обеспечение экологической безопасности рекреационного региона: монография [Текст] / Н.М. Ветрова, С.И. Федоркин. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2012. – 294 с.

123. Бакаева, Н.В. Управление экологической безопасностью автотранспортной системы города на принципах биосферной совместимости: дис. ... док. техн. наук: 05.23.19. – Орел, 2013.

124. Шишкина, И.В. Обеспечение экологической безопасности автотранспортной инфраструктуры городского хозяйства на основе биосферосовместимых технологий: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.19. – Орел, 2012.

Глава 2

125. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. №7-ФЗ (ред. от 28.11.2015) // Российская газета, 12.01.2002, № 6.

126. Ильичев, В.А. Расчет гуманитарных балансов Биотехносферы [Текст] / В.А. Ильичев, И.А. Малмыгин // Градостроительство, 2011. – № 4. – С. 38-44.

127. Бакаева, Н.В. Критерий оценки экологической безопасности, обусловленный ингредиентным и акустическим воздействиями объектов городского транспортного строительства [Текст] / Н.В. Бакаева, Д.В. Матюшин // Известия Юго-Западного государственного университета, 2015. – № 3(60). - С.84-90.

128. Кузьмин, А.В. Качество жизни и качество пространственной среды – социальные стандарты и нормативы в градостроительстве, архитектуре и строительстве [Текст] / А.В. Кузьмин, Г.С. Юсин // Градостроительство, 2011. – № 4. – С. 16-19.

129. Пилипенко, О.В. Численные исследования показателя биосферной совместимости объектов транспортного строительства (на примере улично-дорожной сети) [Текст] / О.В. Пилипенко, Н.В. Бакаева, Д.В. Матюшин // Строительство и реконструкция, 2014. – № 1(51). – С.59-67.

130. Бодров, В.А. Лесная таксация / В.А. Бодров. – М.: Гослесбумиздат, 1951. – 52 с.

131. Белов, С.В. Количественная оценка гигиенической роли леса и нормы лесов зеленых зон [Текст] / С.В. Белов.- Л.: Издание ЛенНИИЛХ, 1964. – 65 с.

132. Сергейчик, С.А. Газопоглотительная способность растений и аккумуляция в них элементов промышленных загрязнений [Текст] / С.А. Сергейчик // Оптимизация окружающей среды средствами озеленения. – Минск: Наука и техника, 1985. – с.68-75.

133. Зайцева, И.А. Оценка роли древесных экзотов в биологической очистке воздуха //Урбоэкосистемы: проблемы и перспективы развития [Текст] / И.А. Зайцева И. А., Е.Е. Вакулина // Материалы V Международной научно-практической конференции «Урбоэкосистемы: проблемы и перспективы развития» 25-26 марта 2010 г. – Ишим: Изд-во ИГПИ им. П.П. Ершова. – 2010. – С. 75-77.

134. Чернышенко О.В. Поглощительная способность и газоустойчивость древесных растений в условиях города [Текст]: дис. ... док. биолог. наук: 03.00.16 / О.В. Чернышенко. – М., 2001. 200 с.

135. Бакаева, Н.В. Оценка акустического загрязнения городской среды на основе показателя биосферной совместимости [Текст] / Н.В. Бакаева, Д.В. Матюшин, Т.М. Новикова // Строительство и реконструкция, 2015. – № 1(57). – С.74-83.

136. Щербина, Е.В. Оценка влияния автотранспортных потоков на шумовой режим городской среды: учебное пособие / Е.В. Щербина, А.И. Ренц, А.С. Маршалкович. – Москва: МГСУ, 2013. – 72 с.

137. Рекомендации по учету требований по охране окружающей среды при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов / Министерство транспорта; Федеральный дорожный департамент. – М., 1995 год.

138. Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий [Текст] / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – Москва: Наука, 1976. – 279 с.

139. Дмитриев, В.В. Определение интегрального показателя состояния природного объекта как сложной системы [Текст] / В.В. Дмитриев // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana), 2009. – № 4. – С.146-165.

140. Ахназарова, С.Л. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии [Текст] / С.Л. Ахназарова, В.В. Кафаров. – Москва: Высш. шк., 1978. – 319 с.

141. Бакаева, Н.В. Интегральный показатель экологической безопасности территории, находящейся под влиянием объектов городского транспортного строительства [Текст] / Н.В. Бакаева, Д.В. Матюшин // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия «Техника и технологии». – 2015. – № 2(15). – С.21-29.

Глава 3

142. Матюшин, Д.В. Результаты мониторинга экологической безопасности автотранспортной системы города (на примере г. Орла) [Текст] / Д.В. Матюшин // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. – 2013. – №2. – С. 47-54.

143. Ильичев, В.А. Принципы преобразования города в биосферосовместимый и развивающий человека: монография / В.А. Ильичев, С.Г. Емельянов, В.И. Колчунов, В.А. Гордон, Н.В. Бакаева. – М.: Издательство АСВ, 2015 – 186 с.

144. Методика расчета выбросов в атмосферу загрязняющих веществ автотранспортом на городских магистралях [Текст] / сост. А.В. Рузский и [др]. – М.: НИИАТ, 1997. – 54 с.

145. ГОСТ 20444-2014 Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики. – Взамен ГОСТ 20444-85; введ. 01.07.2015. – М.: Стандартинформ, 2015. – 14 с.

146. Иносэ, Х. Управление дорожным движением [Текст] / Х. Иносэ, Т. Хамада под редакцией М.Я. Блинкина: пер. с англ. – М.: Транспорт, 1983. – 248 с.

147. Маркуц, В.М. Транспортные потоки автомобильных дорог и городских улиц (практические приложения). Интенсивность и безопасность движения автомобилей, пропускная способность транспортных пересечений, моделирование транспортных потоков [Текст] / В.М. Маркуц. – Тюмень, 2008. – 108 с.

148. Бакаева, Н.В. Декомпозиция факторов обеспечения экологической безопасности объектов транспортного строительства [Текст] / Н.В. Бакаева, Д. В. Матюшин // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии, 2014. – № 1(5) – С. 42-53.

149. Иващук, О.А. Оценка, прогнозирование и оптимизация загрязненности поверхностного стока с автодорог в условиях конкретного региона (на примере г. Орла). [Текст] / О.А. Иващук // Вестник МАДИ (ГТУ). – 2008. – Вып. 4(15). – С. 112-117.

150. ГЭСН 81–02–47–2001 (редакция 2009 г.). Озеленение. Защитные лесонасаждения. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы. Утверждены приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 17 ноября 2008 г., № 253. – М.: Росстрой, 2008.

151. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений (Актуализированная редакция СНиП 2.07.01–89*).

152. Городков, А.В. Некоторые аспекты развития урбанизированных территорий на основе гомеостаза баланса биотехносферы [Текст] / А.В. Городков, С.А. Воробьев, Н.А. Карпешина // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. – 2013. – №3. – С. 73-80.

153. Тимко, И.А. Акустическое загрязнение зеленых зон г. Брянска в зимний период [Текст] / И.А. Тимко // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. – 2013. – №1. – С. 85-91.

154. Шишкина, И.В. Методика мониторинга экологической безопасности объектов городского транспортного строительства [Текст] / И.В. Шишкина,

Д. В. Матюшин // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии, 2015. – № 4(12) – С. 42-53.

155. Сапожкова, Н.В. Подбор мероприятий по снижению негативного воздействия автотранспорта на городскую среду дорог [Текст] / Н.В. Сапожкова // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура, 2011. – Вып. 23(42). – С. 162-167.

156. Немчинов, М.В. Охрана окружающей природной среды при проектировании и строительстве автомобильных дорог: учеб. пособие для вузов [Текст] / М.В. Немчинов; В.Г. Систер; В.В. Силкин; В.В. Рудакова. - М.: АСВ (Ассоциация строительных вузов), 2009. - 277 с.

157. Добровольская, О.П. Обоснование критериев экологической безопасности регионального развития [Текст] / О.П. Добровольская // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Экономика», 2007. – Т.20(59). – №1. – С. 67-73.

158. Тетиор, А.Н. Экспо-2010: пути решения экологических проблем городов [Текст] / А.Н. Тетиор // Архитектура и строительство Москвы. – 2010. – №6. – С. 30-36.

159. Руководство по проектированию городских улиц и дорог. – Введ. 01.01.1980. – М.: Стройиздат, 1980.

160. Петросян, Т.О. Экологическая безопасность автомобильных дорог [Текст] / Т.О. Петросян, Н.Ф. Сидоренко // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура, 2012. – Вып. 28(47). – С. 332-336.

161. ОДН 218.5.016-2002. Показатели и нормы экологической безопасности автомобильной дороги. – М.: МАДИ (ГТУ), 2002. – 15 с.

162. Шишкина, И. В. Экологическая реконструкция территории, находящейся в зоне влияния объектов городского транспортного строительства [Текст] / И.В. Шишкина, Д.В. Матюшин // Строительство и реконструкция, 2015. – № 5(61). – С.63-70.

163. Vukan R. Vuchik. Urban transit system and technology. John Willey and sons. Inc., 2007.
164. Transport 2025. Transport vision for a growing city. Mayor of London, 2006.
165. Traffic design. Cologne, London, New-York. Daab, 2006.
166. Tracking the ecological overshoot of the human economy [Text] / M. Wackernagel [et al.] // Proceedings of the Academy of Science. - 1999. - № 14. - C. 9266-9271. Washington, DC, 2002.
167. Rolf, D. Reitz. Directions in internal combustion engine research [Text] / D. Rolf // Combustion and Flame, January 2013. – 2 p.
168. Kai Nagel, Steen Rasmussen, Christopher L. Barret. Network Traffic as a Self-Organized Critical Phenomena./ Kai Nagel, Steen Rasmussen, Christopher L. Barret // TSA-DO/SA MS-M997 and CNLS MS-B258, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, New Mexico, 87545, USA, Santa Fe Institute, 1399 Hyde Park Road, Santa Fe, New Mexico, 87501, USA – 1996. – April 1.
169. Berlyand, M. E. Experimental investigation of atmospheric pollution due to motor vehicles [Text] / M. E. Berlyand, N. S. Burenin, E. L. Genihovich // Proc. Sov. American. Symp on mobile sources of air pollution. - St.Petersburg, 1992. Vol. 1. - P. 105-121.
170. Ketznel M. Comperison of numerical street dispersion models with results from wind tunnel and field measurements [Text] / M. Ketznel, R. Berkowicz, A. Lohmeyer // Proceedings 2nd International Conference on Urban Air Quality. — Madrid, 1999. — P. 207–213.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Результаты обследования улично-дорожной сети г. Орла

Результаты натурального обследования перегонов УДС Советского района г. Орла

№ п/п	Наименование элемента УДС – перегона	$N_{\text{АТут}}$ авт./ч	$N_{\text{АТв}}$ авт./ч	$Q_{\text{э.авт.}}$ %	$Q_{\text{э.}}$ %	$Q_{\text{авт.}}$ %	v , км/ч	s , м	l , м	Шум, дБА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ул. Брестская: перегон от Тургеневского моста до ул. Максима Горького	2154	1584	12	2	10	38	463	12	76
2	ул. Брестская: перегон от ул. Максима Горького до ул. Салтыкова-Щедрина	2260	1674	12	2	10	36	157	9	73
3	ул. Максима Горького: перегон от ул. Левый берег реки Орлик до ул. 7 Ноября	353	321	2	1	1	30	208	9	47
4	ул. Максима Горького: перегон ул. 7 Ноября до ул. Брестская	144	129	0	1	0	26	378	9	49
5	ул. Максима Горького: перегон от ул. Брестская до ул. Ленина	484	429	2	2	0	32	140	9	60
6	ул. Максима Горького: перегон ул. Пионерская до ул. Красноармейская	1841	1753	9	6	3	52	430	18	56
7	ул. Максима Горького: перегон от ул. Красноармейская до поликлиники №2	1406	1352	15	10	5	52	295	18	61
8	ул. Максима Горького: перегон от поликлиники №2 до ул. 60 лет Октября	1443	1374	14	9	5	52	184	18	64
9	ул. Максима Горького: перегон от ул. 60 лет Октября до ул. Приборостроительная	1246	1133	15	10	5	52	565	18	62
10	ул. Максима Горького: перегон ул. Приборостроительная до ул. Андрианова	516	461	12	10	2	54	347	14	52
11	ул. Максима Горького: перегон от ул. Андрианова до ул. Костомаровская	409	362	9	8	1	50	221	12	51
12	ул. Андрианова: перегон от ул. Максима Горького до ул. Октябрьская	734	505	14	10	4	48	499	9	57
13	ул. Мезенская: перегон от ул. Максима Горького до ул. Костомаровская	288	274	0	0	0	37	365	7	47
14	ул. 60 лет Октября: перегон от ул. 8 Марта до ул. Максима Горького	3577	3935	12	1	11	35	144	24	71

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15	ул. 60 лет Октября: перегон от ул. Советская до ул. 8 Марта	3360	3629	12	2	10	42	723	18	70
16	ул. 60 лет Октября: перегон от ул. Максима Горького до ул. Октябрьская	2341	2459	11	1	10	35	438	18	69
17	ул. Октябрьская: перегон от ул. Красноармейская до ул. 60 лет Октября	1604	1776	11	3	8	40	391	15	74
18	ул. Октябрьская: перегон от ул. Гуртьева до ул. Красноармейская	1444	1574	11	4	7	40	280	15	73
19	ул. Октябрьская: перегон от ул. Пионерская до ул. Гуртьева	2191	2344	15	5	10	36	138	15	76
20	ул. Октябрьская: перегон от бульвар Победы до ул. Пионерская	2131	2323	15	4	11	35	268	15	73
21	ул. Октябрьская: перегон от ул. Полеская до бульвар Победы	2148	2363	15	4	11	32	262	15	62
22	ул. Октябрьская: перегон от Дворянского гнезда до ул. Полеская	973	1022	7	2	5	35	462	15	61
23	Болховское шоссе: перегон от ул. Строительная д. Жилина до ул. Раздольная	1852	1295	22	19	3	52	677	12	62
24	Октябрьская: перегон от ул. Игнатова до ул. Строительная д. Жилина	1578	1152	21	18	3	50	352	12	63
25	ул. Октябрьская: перегон от ул. Приборостроительная до ул. Игнатова	1310	1415	17	7	10	48	628	12	65
26	ул. Октябрьская: перегон от ул. 60 лет Октября до ул. Приборостроительная	1759	1952	17	5	12	48	396	12	60
27	ул. Ломоносова: перегон от ул. Октябрьская до ул. Матвеева	1059	1133	7	6	1	47	675	9	48
28	ул. Красноармейская: перегон от ул. Максима Горького до ул. Октябрьская	1257	1654	16	8	8	37	382	8	63
29	ул. Красноармейская: перегон от ул. Октябрьская до ул. Сурена Шаумяна	1231	1563	15	9	6	36	231	8	61
30	ул. Красноармейская: перегон от ул. Сурена Шаумяна до ул. Лескова	1167	1505	15	10	5	37	330	8	50

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
31	ул. Лескова: перегон от ул. Тургенева до ул. Полесская	1444	1588	25	11	14	54	302	10	69
32	ул. Лескова: перегон от ул. Полесская до ул. Пионерская	1459	1634	25	11	14	54	520	10	63
33	ул. Лескова: перегон от ул. Пионерская до ул. Красноармейская	1374	1525	25	10	15	52	423	10	56
34	ул. Матвеева: перегон от ул. Ломоносова до ул. Приборостроительная	1231	1416	15	7	8	50	147	10	66
35	ул. Матвеева: перегон от ул. Приборостроительная до ул. Приборостроительная	1227	1436	14	7	7	50	152	11	65
36	ул. Матвеева: перегон ул. Приборостроительная до ул. Игнатова	1019	1175	12	7	5	47	510	11	55
37	ул. Пионерская: перегон от ул. Октябрьская до ул. Салтыкова-Щедрина	1160	1365	12	10	2	42	229	12	57
38	ул. Пионерская: перегон от ул. Салтыкова-Щедрина до ул. Максима Горького	1322	1485	12	10	2	42	144	12	58
39	Пионерская: перегон от ул. Октябрьская до ул. Лескова	1170	1311	16	6	10	40	553	10	61
40	ул. Сурена Шаумяна: перегон от ул. Пионерская до ул. Красноармейская	778	509	6	5	1	46	437	9	48
41	ул. Сурена Шаумяна: перегон от бульвар Победы до ул. Пионерская	756	560	5	4	1	43	294	9	56
42	ул. Сурена Шаумяна: перегон от ул. Полесская до бульвар Победы	714	550	5	4	1	41	233	9	53
43	ул. Салтыкова-Щедрина: перегон от тупика до ул. Тургенева	293	265	1	1	0	31	314	8	47
44	ул. Салтыкова-Щедрина: перегон от ул. Тургенева до ул. Брестская	1115	1023	10	8	2	38	190	9	58
45	ул. Салтыкова-Щедрина: перегон от ул. Брестская до ул. Ленина	1428	1386	11	8	3	42	144	12	48
46	ул. Салтыкова-Щедрина: перегон от ул. Ленина до ул. Пролетарская гора	1401	1347	13	9	4	45	165	12	58
47	ул. Салтыкова-Щедрина: перегон от ул. Пролетарская гора до ул. Пионерская	1682	1649	12	8	4	48	219	10	54

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
48	ул. Салтыкова-Щедрина: перегон от ул. Пионерская до ул. Красноармейская	1580	1519	13	10	3	45	428	10	54
49	бульвар Победы: перегон от ул. Октябрьская до ул. Су-рена Шаумяна	571	480	1	1	0	32	244	8	49
50	ул. Полесская: перегон от ул. Максима Горького до ул. Салтыкова-Щедрина	2360	1722	13	3	10	32	153	12	75
51	ул. Полесская: перегон от ул. Салтыкова Щедрина до ул. Октябрьская	2557	1840	14	4	10	32	239	12	75
52	ул. Полесская: перегон от ул. Октябрьская до ул. Лескова	899	756	12	4	8	35	551	12	65
53	ул. Полесская: перегон от ул. Лескова до ул. Генерала Родина	678	560	10	4	6	38	967	10	58
54	ул. Тургенева: перегон от ул. Новикова до ул. Новая	1565	1361	8	1	7	35	462	10	60
55	ул. Тургенева: перегон от ул. Октябрьская до ул. Новикова	1838	1632	9	1	8	38	279	11	64
56	ул. Тургенева: перегон от ул. Максима Горького до ул. Октябрьская	1706	1510	10	1	9	40	381	12	66
57	ул. Тургенева: перегон от пер. Георгиевский до ул. Максима Горького	1594	1411	10	1	9	38	175	12	70
58	ул. 7-го Ноября: перегон от Тургеневского моста до ул. Максима Горького	573	699	13	11	2	35	342	10	52
59	ул. 7-го Ноября: перегон от ул. Максима Горького до ул. Салтыкова-Щедрина	288	244	13	11	2	35	159	10	55
60	ул. Новикова: перегон от Дворянского гнезда до ул. Тургенева	106	88	0	0	0	28	316	9	42
61	ул. Новикова: перегон от ул. Тургенева до ул. Полесская	139	120	2	2	0	35	231	10	41
62	ул. Гуртьева: перегон от ул. Максима Горького до ул. Салтыкова-Щедрина	534	441	8	7	1	32	147	10	59
63	ул. Гуртьева: перегон от ул. Салтыкова-Щедрина до ул. Октябрьская	477	408	8	6	1	32	233	10	55
64	ул. Гуртьева: перегон от ул. Октябрьская до тупика	686	557	7	6	1	34	324	10	57
65	Наугорское шоссе: перегон от ул. Лескова до ул. Матросова	1346	1683	17	7	10	38	289	17	65

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
66	Наугорское шоссе: перегон от ул. Матросова до ул. Цветаева	1596	2070	17	7	10	38	659	18	66
67	Наугорское шоссе: перегон от ул. Цветаева до ул. Базовая	1579	1769	15	5	10	40	722	18	64
68	ул. Генерала Родина: перегон от ул. Полесская до ул. Веселая	781	976	22	15	7	42	1083	11	64
69	ул. Генерала Родина: перегон от ул. Веселая до ул. Колхозная	816	966	22	15	7	42	1000	12	63
70	ул. Приборостроительная: перегон от ул. Октябрьская до ул. Матвеева	1098	1317	11	4	7	47	701	7	61
71	ул. Приборостроительная: перегон от ул. Матвеева до ул. Октябрьская	1171	1446	12	4	8	45	747	8	67
72	ул. Приборостроительная: перегон от ул. Октябрьская до ул. Максима Горького	1189	1486	6	5	1	42	571	15	58
73	ул. Игнатова: перегон от ул. Октябрьская до ул. Матвеева	1380	1457	11	6	5	40	954	10	59
74	ул. Игнатова: перегон от ул. Матвеева до ул. Цветаева	1261	1387	11	6	5	41	434	10	58
75	ул. Плещеевская: перегон от Наугорское шоссе до ул. Парижской Коммуны	248	281	0	0	0	34	396	7	49
76	Ипподромный пер.: перегон от Наугорское шоссе до ул. Грановского	436	467	1	1	0	39	294	8	52
77	Ипподромный пер.: перегон от ул. Грановского до ул. Приборостроительная	376	395	1	1	0	38	428	8	47
78	Ипподромный пер.: перегон от ул. Приборостроительная до ул. Матвеева	223	232	1	1	0	35	422	8	44
79	ул. Зои Космодемьянской: перегон от ул. Веселая до ул. Новая	906	885	8	5	3	40	835	8	53
80	ул. Наугорское шоссе: перегон от магазина «Европа» до ост. «Гос-университет – УНПК»	1793	1686	17	7	10	40	722	18	62
81	ул. Веселая: перегон от ул. Зои Космодемьянской до ул. Генерала Родина	916	872	8	5	3	40	423	8	59
82	ул. 8 Марта: перегон от ул. 60 лет Октября до ул. Пожарная	348	445	6	5	1	36	456	13	52
83	ул. Матросова: перегон от ул. Полесская до Наугорское шоссе	279	220	8	7	1	43	453	8	48
84	ул. Цветаева: перегон от ул. Приборостроительная до ул. Игнатова	1320	1361	11	6	5	40	324	10	60

Результаты натурного обследования перегонных УДС Заводского района г. Орла

№ п/п	Наименование элемента УДС – перегона	$N_{\text{АТУГ}}$ авт./ч	$N_{\text{АТВ}}$ авт./ч	$Q_{\text{э.авт.}}$ %	$Q_{\text{э.}}$ %	$Q_{\text{авт.}}$ %	v , км/ч	s , м	l , м	Шум, дБА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ул. Гостиная: перегон от Красного моста до ул. Гагарина	2524	2243	15	4	11	41	327	11	80
2	пл. К. Маркса: перегон от ул. Гагарина до пер. Воскресенский	2611	2374	16	4	12	38	204	15	81
3	ул. Комсомольская: перегон от пер. Воскресенский до ул. 1-ая Посадская	2320	1634	12	2	10	52	255	15	77
4	ул. Комсомольская: перегон от ул. 1-ая Посадская до ул. Розы Люксембург	3083	2126	12	1	11	46	405	15	84
5	ул. Комсомольская: перегон от ул. Розы Люксембург до ул. Красина	2521	1776	11	1	10	43	190	15	85
6	ул. Комсомольская: перегон от ул. Красина до ул. Нормандия Неман	2312	1640	10	1	9	53	234	15	75
7	ул. Комсомольская: перегон от ул. Нормандия Неман до ул. МОПра	2587	1822	10	1	9	55	437	21	78
8	ул. Комсомольская: перегон от ул. МОПра до пер. Комсомольский	2766	1962	11	2	9	55	316	18	73
9	ул. Комсомольская: перегон от пер. Комсомольский до пер. Карачевский	2482	1712	12	2	10	54	306	18	84
10	ул. Комсомольская: перегон от пер. Карачевский до Карачевское шоссе	2342	1638	12	2	10	54	568	18	84
11	ул. Комсомольская: перегон от пер. Маслозаводской до ул. Авиационная	2567	1768	13	4	9	56	995	15	75
12	ул. Комсомольская: перегон от ул. Авиационная до ул. Автогрейдерная	2692	1856	14	4	10	51	1485	15	69
13	ул. Карачевская: перегон от ул. Гагарина до пер. Воскресенский	589	672	6	5	1	32	216	9	58
14	ул. Карачевская: перегон от пер. Воскресенский до ул. 1-ая Посадская	576	652	6	5	1	32	298	9	49
15	ул. Карачевская: перегон от ул. 1-ая Посадская до ул. Панчука	804	943	8	6	2	35	442	10	58

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
16	ул. Карачевская: перегон от ул. Панчука до ул. МОПРа	430	481	5	4	1	37	832	9	50
17	ул. Васильевская: перегон от ул. 1-ая Посадская до ул. Панчука	1781	1959	14	12	2	42	391	11	60
18	ул. Васильевская: перегон от ул. Панчука до ул. Колхозная	1398	1552	12	12	2	40	905	10	58
19	ул. Васильевская: перегон от ул. Колхозная до ул. Циолковского	1542	1727	13	10	3	40	305	11	64
20	ул. Васильевская: перегон от ул. Циолковского до ул. Достоевского	1388	1555	12	9	3	38	221	11	67
21	ул. Васильевская: перегон от ул. Достоевского до ул. Калинина	1337	1484	12	9	3	38	264	12	66
22	ул. Васильевская: перегон от ул. Калинина до Карачевское шоссе	1254	1379	12	9	3	40	376	12	66
23	ул. Спивака: перегон от Карачевского шоссе до ул. Авиационная	1982	1611	14	13	1	48	909	10	58
24	Карачевское шоссе: перегон от ул. Комсомольская до ул. Латышских Стрелков	1530	1760	31	22	9	55	342	15	68
25	Карачевское шоссе: перегон от ул. Латышских Стрелков до ул. Васильевская	1356	1519	36	28	8	53	963	14	67
26	Карачевское шоссе: перегон от ул. Васильевская до ул. Авиационная	1359	1508	35	28	7	53	590	14	63
27	ул. 1-я Посадская: перегон от ул. Комсомольская до ул. Карачевская	2815	1969	14	2	12	32	172	12	74
28	ул. 1-я Посадская: перегон от ул. Карачевская до ул. Васильевская	2408	1661	14	2	12	32	118	12	66
29	ул. 1-я Посадская: перегон от ул. Васильевская до ул. Комсомольская	1923	1282	14	1	13	30	298	9	65
30	ул. 1-я Посадская: перегон от ул. Комсомольская до ул. Гагарина	1359	964	13	8	5	34	314	10	55
31	ул. 1-я Посадская: перегон от ул. Гагарина до ул. Черкасская	1349	950	12	9	3	34	180	10	55
32	ул. 1-я Посадская: перегон от ул. Черкасская до ул. Левый берег реки Оки	979	675	10	8	2	35	141	10	64

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
33	Рыночный пер.: перегон от ул. Гагарина до ул. Левый берег реки Оки	197	155	10	10	0	24	237	8	57
34	Воскресенский пер.: перегон от ул. Комсомольская до ул. Черкасская	1083	1635	9	2	7	35	335	12	58
35	Воскресенский пер.: перегон от ул. Черкасская до ул. Левый берег реки Оки	940	1194	10	4	6	37	116	12	57
36	ул. Розы Люксембург: перегон от ул. Комсомольская до ул. Гагарина	1389	1526	19	9	10	54	560	15	62
37	ул. Розы Люксембург: перегон от ул. Гагарина до моста Дружбы	1442	1602	20	10	10	52	420	15	59
38	ул. Красина: перегон от ул. Комсомольская до ул. Гагарина	632	580	8	7	1	54	673	12	54
39	ул. Красина: перегон от ул. Гагарина до ул. Черкасская	175	142	0	0	0	51	229	12	45
40	ул. Нормандия Неман: перегон от ул. Комсомольская до ул. Гагарина	1026	1344	13	9	4	45	719	9	53
41	ул. Нормандия Неман: перегон от ул. Гагарина до ул. Черкасская	292	230	2	2	0	42	251	9	50
42	ул. Гагарина: перегон от реки Орлик до ул. Гостиная	370	316	11	10	1	32	82	10	55
43	ул. Гагарина: перегон от ул. Гостиная до пер. Рыночный	477	415	11	10	1	37	92	10	65
44	ул. Гагарина: перегон от пер. Рыночный до пер. Воскресенский	521	547	10	9	1	37	119	12	63
45	ул. Гагарина: перегон от пер. Воскресенский до ул. 1-я Посадская	826	867	10	8	2	40	203	12	59
46	ул. Гагарина: перегон от ул. 1-я Посадская до ул. Розы Люксембург	1449	1271	10	8	2	42	306	12	62
47	ул. Гагарина: перегон от ул. Розы Люксембург до ул. Красина	1664	1260	14	10	4	47	209	12	65
48	ул. Гагарина: перегон от ул. ул. Красина до ж/д моста	1732	1386	14	12	2	46	645	12	63
49	ул. Черкасская: перегон от пер. Воскресенский до ул. 1-я Посадская	398	481	12	10	2	40	129	11	63

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
50	ул. Черкасская: перегон от ул. 1-я Посадская до ул. Розы Люксембург	674	630	12	10	2	42	294	11	59
51	ул. Черкасская: перегон от ул. Розы Люксембург до ул. Красина	426	473	6	5	1	42	230	12	64
52	ул. Черкасская: перегон от ул. Красина до ул. Песковская	227	203	2	2	0	45	402	9	57
53	ул. Маяковского: перегон от ул. 1-я Посадская до ул. Розы Люксембург	313	272	6	5	1	43	323	10	53
54	ул. Маяковского: перегон от ул. Розы Люксембург до ул. Красина	339	311	6	5	1	43	183	10	58
55	ул. Маяковского: перегон от ул. Красина до ул. Нормандия Неман	385	350	5	4	1	45	238	9	50
56	ул. Маяковского: перегон от ул. ул. Нормандия Неман до ул. МОПРа	143	128	2	2	0	47	653	9	53
57	ул. 2-ая Посадская: перегон от ул. Васильевская до ул. Комсомольская	1112	1523	3	3	0	42	478	10	56
58	ул. 2-ая Посадская: перегон от ул. 1-я Пушкарная до ул. Васильевская	272	223	0	0	0	42	249	9	45
59	ул. Панчука: перегон от ул. Комсомольская до ул. Карачевская	706	588	5	5	0	37	342	10	60
60	ул. Панчука: перегон от ул. Карачевская до ул. Васильевская	539	454	5	5	0	37	245	9	56
61	ул. Панчука: перегон от ул. Васильевская до ул. 1-я Пушкарная	543	468	4	4	0	35	358	9	55
62	ул. Панчука: перегон от ул. 1-я Пушкарная до ул. Зеленый Берег	161	127	2	2	0	32	438	9	54
63	Соляной пер.: перегон от Комсомольская площадь до ул. Карачевская	289	260	3	3	0	34	321	10	52
64	ул. Садово-Пушкарная: перегон от Комсомольская площадь до ул. Карачевская	305	261	5	5	0	35	364	10	54
65	ул. Садово-Пушкарная: перегон от ул. Карачевская до ул. Васильевская	396	247	8	7	1	35	379	10	47

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
66	ул. МОПРа: перегон от ул. Комсомольская до ул. Карачевская	660	810	8	7	1	42	549	12	58
67	ул. МОПРа: перегон от ул. Комсомольская до тупика	610	763	5	5	0	45	546	11	58
68	ул. Карачевская: перегон от ул. МОПРа до Трамвайного депо	377	396	12	10	2	42	284	9	58
69	Карачевский переулок: перегон от ул. Комсомольская до ул. Циолковского	475	389	8	8	0	40	786	9	52
70	Карачевский переулок: перегон от ул. Комсомольская до ул. Брянская	218	247	4	4	0	38	357	9	53
71	ул. Латышских стрелков: перегон от Карачевское шоссе до ул. МОПРа	492	178	8	7	1	30	1027	8	49
72	ул. Латышских стрелков: перегон от ул. Авиационная до Карачевское шоссе	476	173	8	7	1	33	964	9	52
73	ул. Планерная: перегон от тупика до ул. Кромская	123	128	2	2	0	40	870	9	46
74	ул. Планерная: перегон от ул. Кромская до ул. Чечневой	880	1082	14	6	8	38	765	9	53
75	ул. Гоголя: перегон от Карачевское шоссе до пер. Карачевский	89	103	4	4	0	27	541	7	49
76	ул. Лермонтова: перегон от Карачевское шоссе до пер. Карачевский	115	103	0	0	0	38	541	9	41
77	ул. Некрасова: перегон от Карачевское шоссе до пер. Карачевский	126	106	2	2	0	40	523	9	41
78	ул. Достоевского: перегон от ул. Корчагина до ул. Некрасова	173	168	3	3	0	42	688	8	47
79	ул. Черепичная: перегон от ул. Спивака до Карачевское шоссе	77	63	5	5	0	37	884	9	41
80	ул. Солнцевская: перегон от ул. Спивака до Карачевское шоссе	169	183	0	0	0	44	758	9	50
81	ул. Тамбовская: перегон от ул. Латышских Стрелков до Карачевское шоссе	123	112	0	0	0	41	744	8	48
82	ул. Урицкого: перегон от ул. Латышских Стрелков до тупика	59	50	0	0	0	42	551	8	38

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
83	ул. Солдатская: перегон от ул. Латышских Стрелков до ул. Тамбовская	94	84	0	0	0	46	658	9	48
84	ул. Андреева: перегон от Карачевское шоссе до ул. Мостовая	144	182	0	0	0	41	459	9	51
85	ул. Коллективная: перегон от ул. Андреева до ул. Спивака	71	78	0	0	0	36	224	8	51
86	ул. Ватная: перегон от ул. Андреева до ул. Корчагина	68	73	0	0	0	35	381	8	41
87	ул. Федотовой: перегон от ул. Андреева до ул. Корчагина	70	74	0	0	0	36	374	8	41
88	ул. Спивака: перегон от пер. Загородный до Карачевское шоссе.	133	138	0	0	0	43	402	9	46
89	ул. Авиационная: перегон от ул. Спивака до ул. Комсомольская	1513	621	12	11	1	40	555	10	60
90	ул. Кромская: перегон от ул. Комсомольская до ул. Планерная	916	1127	14	6	8	40	489	9	56
91	ул. Саханская: перегон от ул. Планерная до ул. Машкарина	643	849	14	4	10	42	432	12	59
92	ул. Автовокзальная: перегон от ул. Комсомольская до пер. Рижский	418	464	12	10	2	42	1016	9	53
93	ул. Автовокзальная: перегон от пер. Рижский до пер. Дарвина	602	753	9	8	1	37	369	9	59
94	ул. Автовокзальная: перегон от пер. Дарвина до пер. Маслозаводской	860	1186	7	7	0	40	1130	9	60
95	ул. Чечневой: перегон от ул. Планерная до безымянной улицы	76	72	2	2	0	34	225	7	54
96	безымянная: перегон от ул. Чечневой до ул. Саханская	656	842	14	4	10	38	762	9	57
97	пер. Рижский: перегон от ул. Комсомольская до ул. Автовокзальная	221	199	5	5	0	27	279	8	47
98	пер. Дарвина: перегон от ул. Комсомольская до ж/д путей	484	452	4	4	0	38	430	10	55
99	пер. Маслозаводской: перегон от ул. Комсомольская до ж/д переезда	2000	1481	16	14	2		486	12	64

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
100	пер. Маслозаводской: перегон от ж/д переезда до ул. Городская	1818	1367	16	14	2	40	447	11	62
101	ул. Городская: перегон от пер. Маслозаводской до ул. Поселковая	1570	1341	26	20	6	42	731	11	59
102	ул. Городская: перегон от ул. Поселковая до ул. Скульптурная	1476	1283	26	20	6	41	876	10	61
103	ул. Городская: перегон от ул. Скульптурная до ж/д моста	1788	1502	25	20	5	41	529	10	64
104	ул. Скульптурная: перегон от ул. Линейная до ул. Городская	232	224	2	2	0	34	372	9	48
105	ул. Колхозная: перегон от ул. Генерала Родина до ул. Васильевская	1084	1549	17	14	3	47	1266	10	62
106	ул. Колхозная: перегон от ул. Васильевская до ул. МО-Пра	501	556	7	6	1	45	400	10	59
107	ул. Поселковая: перегон от ул. Городская до ул. Итальянская	1339	1486	17	15	2	41	1713	12	59
108	Кромское шоссе: перегон от ул. Высоковольтная до ул. Автогрейдерная	1932	1788	21	15	6	43	1390	16	65
109	ул. Машкарина: перегон от ул. Кромская до тупика	394	340	5	5	0	37	885	8	52

**Результаты натурного обследования перегонов УДС
Железнодорожного района г. Орла**

№ п/п	Наименование элемента УДС – перегона	$N_{АТут}$ авт./ч	$N_{АТв}$ авт./ч	$Q_{с,авт.}$ %	$Q_{с.}$ %	$Q_{авт.}$ %	v , км/ч	s , м	l , м	Шум, дБА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ул. Степана Разина: перегон от ул. Московская до ул. Набережная Дубровинского	504	410	4	4	0	35	610	6	47
2	ул. Московская: перегон от ул. Покровская до ул. Степана Разина	3331	2849	16	5	11	52	273	15	79
3	ул. Московская: перегон от ул. Степана Разина до ул. Революции	3032	2527	15	4	11	50	291	15	77
4	ул. Московская: перегон от пер. Новосильский до пер. Трамвайный	3436	3014	13	3	10	50	212	15	81
5	ул. Московская: перегон от пер. Трамвайный до ул. Старо-Московская	2442	2124	19	6	13	53	538	15	76
6	ул. Московская: перегон от ул. Старо-Московская до ул. Орджоникидзе	2928	2568	16	4	12	55	851	14	81
7	ул. Московская: перегон от ул. Орджоникидзе до ул. Привокзальная	2408	2213	12	2	10	52	305	14	79
8	ул. Московская: перегон от ул. Привокзальная до ж/д моста	2398	2085	11	2	9	51	445	12	78
9	ул. Московская: перегон от ж/д моста до ул. Паровозная	2488	2145	11	2	9	51	271	12	77
10	ул. Герцена: перегон от ул. Московская до Советская	3267	3504	14	2	12	32	232	18	70
11	ул. Раздольная: перегон от Болховское шоссе до ул. Гайдара	1343	1450	17	14	3	55	740	15	58
12	ул. Раздольная: перегон от ул. Гайдара до ул. Льва Толстого	1496	1661	13	11	2	52	336	15	61
13	ул. Раздольная: перегон от ул. Льва Толстого до ул. Михалицына	1301	1418	15	13	2	50	931	15	59
14	ул. Советская: перегон от ул. Покровская до ул. Степана Разина	636	509	5	5	0	35	273	8	56
15	ул. Советская: перегон от ул. Степана Разина до ул. Революции	831	673	4	4	0	35	289	8	57

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
16	ул. Советская: перегон от ул. Революции до ул. Герцена	813	646	4	4	0	36	215	8	52
17	ул. Революции: перегон от ул. Московская до Набережной Дубровинского	883	1225	6	5	1	34	494	10	52
18	ул. Покровская: перегон от Набережной Дубровинского до ул. Советская	492	631	6	5	1	33	176	10	50
19	ул. Покровская: перегон от ул. Советская до ул. Московская	1014	1227	6	5	1	33	249	10	58
20	ул. Пушкина: перегон от ул. Фомина до ул. 4-я Курская	477	450	10	9	1	27	247	12	51
21	ул. Пушкина: перегон от ул. 4-я Курская до ул. 1-я Курская	890	848	8	7	1	30	655	12	59
22	ул. Пушкина: перегон от ул. 1-я Курская до ул. Ляшко	354	319	10	9	1	35	1199	12	54
23	ул. Пушкина: перегон от ул. Ляшко до ул. Новосильская	560	514	10	9	1	37	432	12	58
24	Площадь Мира: перегон от ул. Пушкина до ул. Московская	1411	1622	6	5	1	34	114	15	59
25	ул. 4-я Курская: перегон от ул. Пушкина до ул. Новосильская	550	454	10	9	1	48	191	9	59
26	ул. 4-я Курская: перегон от ул. Новосильская до ул. Русанова	188	122	10	10	0	45	457	9	50
27	ул. 4-я Курская: перегон от ул. Русанова до ул. 5 Августа	317	230	10	10	0	45	242	9	46
28	ул. Фомина: перегон от ул. Пушкина до ул. 5 Августа	297	404	9	9	0	38	936	9	54
29	Новосильский пер.: перегон от ул. Пушкина до ул. Московская	996	784	9	9	0	35	248	10	61
30	ул. 3-я Курская: перегон от ул. Пушкина до пер. Речной	796	642	8	6	2	40	389	12	65
31	ул. 3-я Курская: перегон от пер. Речной до ул. 5 Августа	891	736	8	6	2	40	453	12	62
32	ул. 3-я Курская: перегон от ул. 5 Августа до Курганный проезд	280	228	2	2	0	38	366	10	47
33	пер. Трамвайный: перегон от ул. Пушкина до ул. Московская	697	885	12	10	2	37	319	12	58
34	ул. 2-я Курская: перегон от ул. Пушкина до пер. Речной	745	616	5	5	0	42	361	11	59

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
35	ул. 2-я Курская: перегон от пер. Речной до ул. 5 Августа	726	581	5	5	0	42	455	11	44
36	ул. Старо-Московская: перегон от ул. Пушкина до ул. Московская	844	659	16	12	4	45	590	10	63
37	ул. 1-я Курская: перегон от ул. Пушкина до ул. Новосильская	1388	1051	12	7	5	47	188	12	52
38	ул. 1-я Курская: перегон от ул. Новосильская до ул. 5 Августа	1485	1117	12	7	5	47	573	12	59
39	ул. 1-я Курская: перегон от ул. 5 Августа до ул. Ливенская	1530	1133	14	8	6	48	367	12	61
40	ул. Белинского: перегон от ул. Ново-Прядильная до ул. Студенческая	192	163	2	2	0	35	682	9	51
41	Медведевский пер.: перегон от ул. Прядильная до ул. 5 Августа	189	156	2	2	0	37	754	9	51
42	ул. Ляшко: перегон от ул. Орджоникидзе до ул. Грузовая	900	486	10	9	1	40	663	9	58
43	ул. Ляшко: перегон от ул. Грузовая до ул. Медведева	518	249	10	9	1	42	166	10	55
44	ул. Ляшко: перегон от ул. Медведева до ул. Пушкина	492	261	10	10	0	42	380	10	55
45	ул. Ляшко: перегон от ул. Пушкина до ул. 5 Августа	606	309	9	8	1	40	550	9	51
46	ул. Грузовая: перегон от ул. Старо-Московская до ул. Ляшко	439	363	10	10	0	37	1025	10	58
47	ул. Железнодорожная: перегон от пер. Гаражный до ул. Ляшко	103	91	0	0	0	32	611	8	43
48	ул. Орджоникидзе: перегон от ул. Московская до Привокзальная площадь	998	1108	11	9	2	37	448	18	62
49	ул. Привокзальная: перегон от ул. Московская до Привокзальная площадь	305	329	12	4	8	35	315	15	60
50	ул. Старо-Привокзальная: перегон от ул. Привокзальная до ул. Грузовая	220	206	0	0	0	40	713	9	50
51	ул. Привокзальная: перегон от Привокзальная площадь до ул. Старо-Привокзальная	384	378	0	0	0	32	88	9	54
52	Привокзальная площадь: перегон от ул. Орджоникидзе до ул. Привокзальная	1384	1578	2	1	1	32	173	15	62

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
53	ул. Прядильная: перегон от ул. Старо-Московская до ул. Ляшко	137	127	0	0	0	41	1020	8	39
54	ул. Прядильная: перегон от ул. Ляшко до ул. Привокзальная	181	168	0	0	0	41	410	8	39
55	ул. Лесная: перегон от ул. Грузовая до ул. Прядильная	175	164	2	2	0	37	316	8	56
56	переход через пути: перегон от ул. Пушкина до пер. Южный	582	617	12	12	0	31	1025	12	53
57	ул. 5-го Августа: перегон от ул. 1-я Курская до ул. Ляшко	817	676	6	6	0	40	906	10	55
58	ул. 5-го Августа: перегон от ул. 1-я Курская до ул. 4-я Курская	1772	1530	8	4	4	41	542	12	63
59	ул. 5-го Августа: перегон от ул. 4-я Курская до ул. Набережная Дубровинского	1866	1666	8	4	4	43	225	12	63
60	ул. Русанова: перегон от ул. 1-я Курская до пер. Культурный	349	299	4	4	0	35	371	9	53
61	ул. Русанова: перегон от ул. Набережная Дубровинского до ул. 1-я Курская	350	304	4	4	0	35	928	9	50
62	Речной пер.: перегон от ул. Набережная Дубровинского до ул. 1-я Курская	335	286	5	5	0	37	965	10	54
63	площадь Поликарпова: перегон от пер. Трамвайный до ул. Старо-Московская	162	178	0	0	0	41	367	9	49
64	ул. Студенческая: перегон от пер. Культурный до ул. Ляшко	81	92	0	0	0	40	668	8	39
65	ул. Магази́нная: перегон от ул. 4-я Курская до ул. 1-я Курская	179	160	0	0	0	37	522	9	45
66	ул. Магази́нная: перегон от ул. Фомина до ул. 4-я Курская	184	167	0	0	0	37	183	9	57
67	ул. Ливенская: перегон от ул. 1-я Курская до Залегощенское шоссе	1204	703	13	8	5	56	1778	12	62
68	Южный переулоч: перегон от пер. Светофорный до ул. Дуговая	829	768	6	6	0	38	1452	11	57
69	ул. Паровозная: перегон от Московское шоссе до пер. Южный	1313	1020	9	6	3	52	1912	12	60
70	ул. Электровозная: перегон от ул. Паровозная до ул. Тульская	321	234	6	5	1	43	424	11	51

Результаты натурного обследования перегонных УДС Северного района г. Орла

№ п/п	Наименование элемента УДС – перегона	$N_{\text{АТут}}$ авт./ч	$N_{\text{АТв}}$ авт./ч	$Q_{\text{э.авт.}}$ %	$Q_{\text{э.}}$ %	$Q_{\text{авт.}}$ %	v , км/ч	s , м	l , м	Шум, дБА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ул. Михалицына: перегон от ул. Раздольная до пер. Артельный	1425	1494	15	10	5	52	1134	15	65
2	ул. Михалицына: перегон от пер. Артельный до Московское шоссе	1594	1822	15	10	5	52	589	15	67
3	Московское шоссе: перегон от ул. Паровозная до ул. Тульская	2616	2256	14	4	10	40	430	18	77
4	Московское шоссе: перегон от ул. Тульская до ул. Михалицына	2708	2375	14	4	10	43	331	15	72
5	Московское шоссе: перегон от ул. Михалицына до ул. Бурова	2670	2354	16	6	10	43	2192	15	70
6	Московское шоссе: перегон от ул. Бурова до ул. Металлургов	2569	1940	16	6	10	42	828	15	69
7	ул. Бурова: перегон от Московское шоссе до ул. Космонавтов	1148	594	18	10	8	49	771	10	58
8	ул. Орловских партизан: перегон от Московское шоссе до Прокуровский парк	224	179	0	0	0	42	466	9	48
9	ул. Космонавтов: перегон от ул. Бурова до ул. Металлургов	456	359	7	2	5		836	9	53
10	ул. Металлургов: перегон от Московское шоссе до переулка	1412	1328	16	6	10	40	2087	14	61
11	ул. Раздольная: перегон от ул. Металлургов до ул. Рощинская	1048	1174	10	2	8	43	800	12	59
12	ул. Рощинская: перегон от Московское шоссе до ул. Раздольная	909	458	16	8	8	48	1438	12	46
13	ул. Силикатная: перегон от ул. Раздольная до пер. Силикатный	267	217	7	2	5	41	1279	10	54
14	Московское шоссе: перегон от ул. Металлургов до ул. Рощинская	2362	1763	12	6	6	44	518	15	66
15	Московское шоссе: перегон от ул. Рощинская до д. Хардиково	2512	1885	11	5	6	46	747	15	68

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Численные исследования показателей биосферной совместимости,
характеризующих состояние городской среды от воздействия объектов
транспортного строительства г. Орла

**Численные исследования показателя биосферной совместимости, характеризующего
воздействие ОГТС Советского района г. Орла**

№ п/п	Наименование элемента УДС – перегона	η_P	η_N	Класс опасности	η'_P	η'_N	$\eta_{ОТС}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ул. Брестская: перегон от Тургеневского моста до ул. Максима Горького	0,25	0,18	IV	0,16	0,06	0,21
2	ул. Брестская: перегон от ул. Максима Горького до ул. Салтыкова-Щедрина	0,23	0,21	IV	0,15	0,07	0,22
3	ул. Максима Горького: перегон от ул. Левый берег реки Орлик до ул. 7 Ноября	0,73	0,75	V	0,49	0,25	0,74
4	ул. Максима Горького: перегон ул. 7 Ноября до ул. Брестская	0,76	0,73	V	0,51	0,24	0,74
5	ул. Максима Горького: перегон от ул. Брестская до ул. Ленина	0,71	0,65	V	0,48	0,21	0,68
6	ул. Максима Горького: перегон ул. Пионерская до ул. Красноармейская	0,32	0,66	V	0,21	0,22	0,46
7	ул. Максима Горького: перегон от ул. Красноармейская до поликлиники №2	0,34	0,61	IV	0,23	0,2	0,46
8	ул. Максима Горького: перегон от поликлиники №2 до ул. 60 лет Октября	0,33	0,59	IV	0,22	0,19	0,44
9	ул. Максима Горького: перегон от ул. 60 лет Октября до ул. Приборостроительная	0,62	0,60	IV	0,42	0,2	0,61
10	ул. Максима Горького: перегон ул. Приборостроительная до ул. Андрианова	0,70	0,71	V	0,47	0,23	0,70
11	ул. Максима Горького: перегон от ул. Андрианова до ул. Костомаровская	0,72	0,74	V	0,48	0,24	0,73
12	ул. Андрианова: перегон от ул. Максима Горького до ул. Октябрьская	0,64	0,67	V	0,43	0,22	0,65
13	ул. Мезенская: перегон от ул. Максима Горького до ул. Костомаровская	0,76	0,78	V	0,51	0,26	0,77
14	ул. 60 лет Октября: перегон от ул. 8 Марта до ул. Максима Горького	0,13	0,28	III	0,09	0,1	0,19
15	ул. 60 лет Октября: перегон от ул. Советская до ул. 8 Марта	0,14	0,26	III	0,09	0,09	0,19
16	ул. 60 лет Октября: перегон от ул. Максима Горького до ул. Октябрьская	0,17	0,31	IV	0,11	0,1	0,23
17	ул. Октябрьская: перегон от ул. Красноармейская до ул. 60 лет Октября	0,28	0,46	V	0,18	0,17	0,36
18	ул. Октябрьская: перегон от ул. Гуртьева до ул. Красноармейская	0,24	0,22	IV	0,16	0,07	0,23
19	ул. Октябрьская: перегон от ул. Пионерская до ул. Гуртьева	0,17	0,17	IV	0,11	0,06	0,17
20	ул. Октябрьская: перегон от бульвар Победы до ул. Пионерская	0,17	0,22	IV	0,11	0,07	0,19
21	ул. Октябрьская: перегон от ул. Полеская до бульвар Победы	0,16	0,41	IV	0,11	0,14	0,26
22	ул. Октябрьская: перегон от Дворянского гнезда до ул. Полеская	0,44	0,40	IV	0,29	0,13	0,42

1	2	3	4	5	6	7	8
23	Болховское шоссе: перегон от ул. Строительная д. Жилина до ул. Раздольная	0,26	0,41	IV	0,17	0,14	0,33
24	Октябрьская: перегон от ул. Игнатова до ул. Строительная д. Жилина	0,28	0,40	IV	0,19	0,13	0,33
25	ул. Октябрьская: перегон от ул. Приборостроительная до ул. Игнатова	0,28	0,37	IV	0,19	0,12	0,32
26	ул. Октябрьская: перегон от ул. 60 лет Октября до ул. Приборостроительная	0,23	0,44	IV	0,15	0,15	0,32
27	ул. Ломоносова: перегон от ул. Октябрьская до ул. Матвеева	0,39	0,69	V	0,26	0,23	0,52
28	ул. Красноармейская: перегон от ул. Максима Горького до ул. Октябрьская	0,34	0,39	IV	0,23	0,13	0,36
29	ул. Красноармейская: перегон от ул. Октябрьская до ул. Сурена Шаумяна	0,35	0,40	IV	0,23	0,13	0,37
30	ул. Красноармейская: перегон от ул. Сурена Шаумяна до ул. Лескова	0,37	0,70	V	0,25	0,23	0,51
31	ул. Лескова: перегон от ул. Тургенева до ул. Полесская	0,28	0,34	IV	0,19	0,11	0,31
32	ул. Лескова: перегон от ул. Полесская до ул. Пионерская	0,27	0,41	IV	0,18	0,14	0,33
33	ул. Лескова: перегон от ул. Пионерская до ул. Красноармейская	0,29	0,48	IV	0,19	0,16	0,37
34	ул. Матвеева: перегон от ул. Ломоносова до ул. Приборостроительная	0,30	0,36	IV	0,2	0,12	0,33
35	ул. Матвеева: перегон от ул. Приборостроительная до ул. Приборостроительная	0,30	0,36	IV	0,2	0,12	0,33
36	ул. Матвеева: перегон ул. Приборостроительная до ул. Игнатова	0,40	0,68	V	0,27	0,22	0,52
37	ул. Пионерская: перегон от ул. Октябрьская до ул. Салтыкова-Щедрина	0,41	0,68	V	0,27	0,22	0,53
38	ул. Пионерская: перегон от ул. Салтыкова-Щедрина до ул. Максима Горького	0,35	0,67	V	0,23	0,22	0,48
39	ул. Пионерская: перегон от ул. Октябрьская до ул. Лескова	0,40	0,64	IV	0,27	0,21	0,51
40	ул. Сурена Шаумяна: перегон от ул. Пионерская до ул. Красноармейская	0,56	0,73	V	0,38	0,24	0,64
41	ул. Сурена Шаумяна: перегон от бульвар Победы до ул. Пионерская	0,55	0,65	V	0,37	0,21	0,6
42	ул. Сурена Шаумяна: перегон от ул. Полесская до бульвар Победы	0,56	0,70	V	0,38	0,23	0,63
43	ул. Салтыкова-Щедрина: перегон от тупика до ул. Тургенева	0,75	0,76	V	0,5	0,25	0,75
44	ул. Салтыкова-Щедрина: перегон от ул. Тургенева до ул. Брестская	0,42	0,55	V	0,28	0,18	0,48
45	ул. Салтыкова-Щедрина: перегон от ул. Брестская до ул. Ленина	0,31	0,71	IV	0,21	0,23	0,47
46	ул. Салтыкова-Щедрина: перегон от ул. Ленина до ул. Пролетарская гора	0,32	0,64	IV	0,21	0,21	0,45
47	ул. Салтыкова-Щедрина: перегон от ул. Пролетарская гора до ул. Пионерская	0,29	0,70	V	0,19	0,23	0,45

1	2	3	4	5	6	7	8
48	ул. Салтыкова-Щедрина: перегон от ул. Пионерская до ул. Красноармейская	0,30	0,70	IV	0,2	0,23	0,46
49	бульвар Победы: перегон от ул. Октябрьская до ул. Сурена Шаумяна	0,51	0,74	V	0,34	0,24	0,61
50	ул. Полесская: перегон от ул. Максима Горького до ул. Салтыкова-Щедрина	0,18	0,19	IV	0,12	0,06	0,18
51	ул. Полесская: перегон от ул. Салтыкова Щедрина до ул. Октябрьская	0,16	0,19	IV	0,11	0,06	0,17
52	ул. Полесская: перегон от ул. Октябрьская до ул. Лескова	0,41	0,38	IV	0,27	0,13	0,39
53	ул. Полесская: перегон от ул. Лескова до ул. Генерала Родина	0,48	0,62	V	0,32	0,2	0,55
54	ул. Тургенева: перегон от ул. Новикова до ул. Новая	0,33	0,57	IV	0,22	0,19	0,43
55	ул. Тургенева: перегон от ул. Октябрьская до ул. Новикова	0,29	0,50	IV	0,19	0,17	0,38
56	ул. Тургенева: перегон от ул. Максима Горького до ул. Октябрьская	0,30	0,35	IV	0,2	0,12	0,32
57	ул. Тургенева: перегон от пер. Георгиевский до ул. Максима Горького	0,31	0,29	IV	0,21	0,1	0,3
58	ул. 7-го Ноября: перегон от Тургеневского моста до ул. Максима Горького	0,42	0,75	V	0,28	0,25	0,56
59	ул. 7-го Ноября: перегон от ул. Максима Горького до ул. Салтыкова-Щедрина	0,73	0,70	V	0,49	0,23	0,71
60	ул. Новикова: перегон от Дворянского гнезда до ул. Тургенева	0,78	0,78	V	0,52	0,26	0,78
61	ул. Новикова: перегон от ул. Тургенева до ул. Полесская	0,71	0,78	V	0,48	0,26	0,74
62	ул. Гуртьева: перегон от ул. Максима Горького до ул. Салтыкова-Щедрина	0,70	0,58	V	0,47	0,19	0,64
63	ул. Гуртьева: перегон от ул. Салтыкова-Щедрина до ул. Октябрьская	0,72	0,68	V	0,48	0,22	0,7
64	ул. Гуртьева: перегон от ул. Октябрьская до тупика	0,65	0,62	V	0,44	0,2	0,63
65	Наугорское шоссе: перегон от ул. Лескова до ул. Матросова	0,33	0,36	IV	0,22	0,12	0,34
66	Наугорское шоссе: перегон от ул. Матросова до ул. Цветаева	0,31	0,35	IV	0,21	0,12	0,33
67	Наугорское шоссе: перегон от ул. Цветаева до ул. Базовая	0,32	0,39	IV	0,21	0,13	0,35
68	ул. Генерала Родина: перегон от ул. Полесская до ул. Веселая	0,42	0,44	IV	0,28	0,15	0,43
69	ул. Генерала Родина: перегон от ул. Веселая до ул. Колхозная	0,41	0,46	IV	0,27	0,15	0,43
70	ул. Приборостроительная: перегон от ул. Октябрьская до ул. Матвеева	0,39	0,50	IV	0,26	0,17	0,44
71	ул. Приборостроительная: перегон от ул. Матвеева до ул. Октябрьская	0,38	0,35	IV	0,25	0,12	0,36
72	ул. Приборостроительная: перегон от ул. Октябрьская до ул. Максима Горького	0,38	0,60	IV	0,25	0,2	0,48

1	2	3	4	5	6	7	8
73	ул. Игнатова: перегон от ул. Октябрьская до ул. Матвеева	0,35	0,55	IV	0,23	0,18	0,44
74	ул. Игнатова: перегон от ул. Матвеева до ул. Цветаева	0,36	0,58	IV	0,24	0,19	0,46
75	ул. Плещеевская: перегон от Наугорское шоссе до ул. Парижской Коммуны	0,76	0,75	V	0,51	0,25	0,75
76	Ипподромный пер.: перегон от Наугорское шоссе до ул. Грановского	0,71	0,72	V	0,48	0,24	0,71
77	Ипподромный пер.: перегон от ул. Грановского до ул. Приборостроительная	0,73	0,77	V	0,49	0,25	0,75
78	Ипподромный пер.: перегон от ул. Приборостроительная до ул. Матвеева	0,77	0,80	V	0,52	0,26	0,78
79	ул. Зои Космодемьянской: перегон от ул. Веселая до ул. Новая	0,52	0,72	V	0,35	0,24	0,61
80	ул. Наугорское шоссе: перегон от магазина «Европа» до ост. «Госуниверситет – УНПК»	0,35	0,47	IV	0,23	0,16	0,41
81	ул. Веселая: перегон от ул. Зои Космодемьянской до ул. Генерала Родина	0,41	0,56	V	0,27	0,18	0,48
82	ул. 8 Марта: перегон от ул. 60 лет Октября до ул. Пожарная	0,72	0,72	V	0,48	0,24	0,72
83	ул. Матросова: перегон от ул. Полеская до Наугорское шоссе	0,77	0,75	V	0,52	0,25	0,76
84	ул. Цветаева: перегон от ул. Приборостроительная до ул. Игнатова	0,36	0,53	IV	0,24	0,17	0,44

**Численные исследования показателя биосферной совместимости, характеризующего
воздействие ОГТС Заводского района г. Орла**

№ п/п	Наименование элемента УДС – перегона	η_P	η_N	Класс опасности	η'_P	η'_N	η_{OTC}
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ул. Гостиная: перегон от Красного моста до ул. Гагарина	0,17	0,12	III	0,12	0,04	0,14
2	пл. К. Маркса: перегон от ул. Гагарина до пер. Воскресенский	0,16	0,12	II	0,11	0,04	0,14
3	ул. Комсомольская: перегон от пер. Воскресенский до ул. 1-ая Посадская	0,21	0,18	IV	0,14	0,06	0,19
4	ул. Комсомольская: перегон от ул. 1-ая Посадская до ул. Розы Люксембург	0,13	0,10	II	0,09	0,03	0,11
5	ул. Комсомольская: перегон от ул. Розы Люксембург до ул. Красина	0,16	0,10	II	0,11	0,03	0,13
6	ул. Комсомольская: перегон от ул. Красина до ул. Нормандия Неман	0,22	0,19	IV	0,15	0,06	0,2
7	ул. Комсомольская: перегон от ул. Нормандия Неман до ул. МОПра	0,17	0,13	III	0,12	0,04	0,15
8	ул. Комсомольская: перегон от ул. МОПра до пер. Комсомольский	0,16	0,22	IV	0,11	0,07	0,19
9	ул. Комсомольская: перегон от пер. Комсомольский до пер. Карачевский	0,18	0,10	II	0,13	0,03	0,13
10	ул. Комсомольская: перегон от пер. Карачевский до Карачевское шоссе	0,22	0,10	II	0,15	0,03	0,15
11	ул. Комсомольская: перегон от пер. Маслозаводской до ул. Авиационная	0,17	0,19	IV	0,11	0,06	0,18
12	ул. Комсомольская: перегон от ул. Авиационная до ул. Автогрейдерная	0,16	0,30	IV	0,11	0,1	0,22
13	ул. Карачевская: перегон от ул. Гагарина до пер. Воскресенский	0,57	0,60	V	0,38	0,2	0,58
14	ул. Карачевская: перегон от пер. Воскресенский до ул. 1-ая Посадская	0,58	0,75	V	0,39	0,25	0,66
15	ул. Карачевская: перегон от ул. 1-ая Посадская до ул. Панчука	0,53	0,61	V	0,36	0,2	0,57
16	ул. Карачевская: перегон от ул. Панчука до ул. МОПра	0,71	0,74	V	0,48	0,24	0,72
17	ул. Васильевская: перегон от ул. 1-ая Посадская до ул. Панчука	0,31	0,54	IV	0,21	0,18	0,41
18	ул. Васильевская: перегон от ул. Панчука до ул. Колхозная	0,35	0,59	V	0,23	0,19	0,45
19	ул. Васильевская: перегон от ул. Колхозная до ул. Циолковского	0,33	0,47	IV	0,22	0,16	0,39
20	ул. Васильевская: перегон от ул. Циолковского до ул. Достоевского	0,34	0,35	IV	0,23	0,12	0,34
21	ул. Васильевская: перегон от ул. Достоевского до ул. Калинина	0,34	0,36	IV	0,23	0,12	0,35
22	ул. Васильевская: перегон от ул. Калинина до Карачевское шоссе	0,35	0,36	IV	0,23	0,12	0,35

1	2	3	4	5	6	7	8
23	ул. Спивака: перегон от Карачевского шоссе до ул. Авиационная	0,31	0,58	V	0,21	0,19	0,42
24	Карачевское шоссе: перегон от ул. Комсомольская до ул. Латышских Стрелков	0,32	0,34	IV	0,21	0,11	0,33
25	Карачевское шоссе: перегон от ул. Латышских Стрелков до ул. Васильевская	0,33	0,34	IV	0,22	0,11	0,33
26	Карачевское шоссе: перегон от ул. Васильевская до ул. Авиационная	0,33	0,45	IV	0,22	0,15	0,39
27	ул. 1-я Посадская: перегон от ул. Комсомольская до ул. Карачевская	0,14	0,22	III	0,10	0,07	0,18
28	ул. 1-я Посадская: перегон от ул. Карачевская до ул. Васильевская	0,16	0,35	IV	0,11	0,12	0,24
29	ул. 1-я Посадская: перегон от ул. Васильевская до ул. Комсомольская	0,20	0,39	IV	0,13	0,13	0,28
30	ул. 1-я Посадская: перегон от ул. Комсомольская до ул. Гагарина	0,40	0,70	V	0,27	0,23	0,53
31	ул. 1-я Посадская: перегон от ул. Гагарина до ул. Черкасская	0,40	0,69	V	0,27	0,23	0,53
32	ул. 1-я Посадская: перегон от ул. Черкасская до ул. Левый берег реки Оки	0,44	0,44	IV	0,29	0,15	0,44
33	Рыночный пер.: перегон от ул. Гагарина до ул. Левый берег реки Оки	0,79	0,63	V	0,53	0,21	0,71
34	Воскресенский пер.: перегон от ул. Комсомольская до ул. Черкасская	0,55	0,61	V	0,37	0,2	0,58
35	Воскресенский пер.: перегон от ул. Черкасская до ул. Левый берег реки Оки	0,59	0,61	V	0,4	0,2	0,6
36	ул. Розы Люксембург: перегон от ул. Комсомольская до ул. Гагарина	0,35	0,48	IV	0,23	0,16	0,41
37	ул. Розы Люксембург: перегон от ул. Гагарина до моста Дружбы	0,33	0,58	V	0,22	0,19	0,44
38	ул. Красина: перегон от ул. Комсомольская до ул. Гагарина	0,61	0,70	V	0,41	0,23	0,65
39	ул. Красина: перегон от ул. Гагарина до ул. Черкасская	0,79	0,79	V	0,53	0,26	0,79
40	ул. Нормандия Неман: перегон от ул. Комсомольская до ул. Гагарина	0,52	0,72	V	0,35	0,24	0,61
41	ул. Нормандия Неман: перегон от ул. Гагарина до ул. Черкасская	0,77	0,75	V	0,52	0,25	0,76
42	ул. Гагарина: перегон от реки Орлик до ул. Гостиная	0,76	0,69	V	0,51	0,23	0,72
43	ул. Гагарина: перегон от ул. Гостиная до пер. Рыночный	0,73	0,38	IV	0,49	0,13	0,53
44	ул. Гагарина: перегон от пер. Рыночный до пер. Воскресенский	0,67	0,45	IV	0,45	0,15	0,55
45	ул. Гагарина: перегон от пер. Воскресенский до ул. 1-я Посадская	0,65	0,57	V	0,44	0,19	0,61
46	ул. Гагарина: перегон от ул. 1-я Посадская до ул. Розы Люксембург	0,44	0,48	IV	0,29	0,16	0,46
47	ул. Гагарина: перегон от ул. Розы Люксембург до ул. Красина	0,35	0,39	IV	0,23	0,13	0,37

1	2	3	4	5	6	7	8
48	ул. Гагарина: перегон от ул. ул. Красина до ж/д моста	0,34	0,42	IV	0,23	0,14	0,38
49	ул. Черкасская: перегон от пер. Воскресенский до ул. 1-я Посадская	0,73	0,47	V	0,49	0,16	0,59
50	ул. Черкасская: перегон от ул. 1-я Посадская до ул. Розы Люксембург	0,66	0,58	V	0,44	0,19	0,62
51	ул. Черкасская: перегон от ул. Розы Люксембург до ул. Красина	0,73	0,42	V	0,49	0,14	0,55
52	ул. Черкасская: перегон от ул. Красина до ул. Песковская	0,78	0,63	V	0,52	0,21	0,7
53	ул. Маяковского: перегон от ул. 1-я Посадская до ул. Розы Люксембург	0,75	0,73	V	0,5	0,24	0,74
54	ул. Маяковского: перегон от ул. Розы Люксембург до ул. Красина	0,74	0,61	V	0,5	0,2	0,67
55	ул. Маяковского: перегон от ул. Красина до ул. Нормандия Неман	0,74	0,74	V	0,5	0,24	0,74
56	ул. Маяковского: перегон от ул. ул. Нормандия Неман до ул. МОПРа	0,79	0,72	V	0,53	0,24	0,75
57	ул. 2-ая Посадская: перегон от ул. Васильевская до ул. Комсомольская	0,43	0,66	V	0,29	0,22	0,53
58	ул. 2-ая Посадская: перегон от ул. 1-я Пушкарная до ул. Васильевская	0,76	0,79	V	0,51	0,26	0,77
59	ул. Панчука: перегон от ул. Комсомольская до ул. Карачевская	0,65	0,54	V	0,44	0,18	0,59
60	ул. Панчука: перегон от ул. Карачевская до ул. Васильевская	0,71	0,65	V	0,48	0,21	0,68
61	ул. Панчука: перегон от ул. Васильевская до ул. 1-я Пушкарная	0,66	0,69	V	0,44	0,23	0,67
62	ул. Панчука: перегон от ул. 1-я Пушкарная до ул. Зеленый Берег	0,79	0,69	V	0,53	0,23	0,74
63	Соляной пер.: перегон от Комсомольская площадь до ул. Карачевская	0,77	0,72	V	0,52	0,24	0,74
64	ул. Садово-Пушкарная: перегон от Комсомольская площадь до ул. Карачевская	0,75	0,70	V	0,5	0,23	0,72
65	ул. Садово-Пушкарная: перегон от ул. Карачевская до ул. Васильевская	0,74	0,77	V	0,5	0,25	0,75
66	ул. МОПРа: перегон от ул. Комсомольская до ул. Карачевская	0,61	0,62	V	0,41	0,2	0,61
67	ул. МОПРа: перегон от ул. Комсомольская до тупика	0,62	0,59	V	0,42	0,19	0,6
68	ул. Карачевская: перегон от ул. МОПРа до Трамвайного депо	0,76	0,60	V	0,51	0,2	0,68
69	Карачевский переулок: перегон от ул. Комсомольская до ул. Циолковского	0,75	0,72	V	0,5	0,24	0,73
70	Карачевский переулок: перегон от ул. Комсомольская до ул. Брянская	0,77	0,72	V	0,52	0,24	0,74
71	ул. Латышских стрелков: перегон от Карачевское шоссе до ул. МОПРа	0,73	0,75	V	0,49	0,25	0,74
72	ул. Латышских стрелков: перегон от ул. Авиационная до Карачевское шоссе	0,73	0,73	V	0,49	0,24	0,73

1	2	3	4	5	6	7	8
73	ул. Планерная: перегон от тупика до ул. Кромская	0,79	0,78	V	0,53	0,26	0,78
74	ул. Планерная: перегон от ул. Кромская до ул. Чечневой	0,66	0,71	V	0,44	0,23	0,68
75	ул. Гоголя: перегон от Карачевское шоссе до пер. Карачевский	0,80	0,75	V	0,54	0,25	0,77
76	ул. Лермонтова: перегон от Карачевское шоссе до пер. Карачевский	0,79	0,80	V	0,53	0,26	0,79
77	ул. Некрасова: перегон от Карачевское шоссе до пер. Карачевский	0,78	0,80	V	0,52	0,26	0,79
78	ул. Достоевского: перегон от ул. Корчагина до ул. Некрасова	0,78	0,77	V	0,52	0,25	0,77
79	ул. Черепичная: перегон от ул. Спивака до Карачевское шоссе	0,80	0,80	V	0,54	0,26	0,8
80	ул. Солнцевская: перегон от ул. Спивака до Карачевское шоссе	0,78	0,75	V	0,52	0,25	0,76
81	ул. Тамбовская: перегон от ул. Латышских Стрелков до Карачевское шоссе	0,79	0,76	V	0,53	0,25	0,77
82	ул. Урицкого: перегон от ул. Латышских Стрелков до тупика	0,81	0,82	V	0,54	0,27	0,81
83	ул. Солдатская: перегон от ул. Латышских Стрелков до ул. Тамбовская	0,80	0,76	V	0,54	0,25	0,78
84	ул. Андреева: перегон от Карачевское шоссе до ул. Мостовая	0,78	0,73	V	0,52	0,24	0,75
85	ул. Коллективная: перегон от ул. Андреева до ул. Спивака	0,80	0,73	V	0,54	0,24	0,76
86	ул. Ватная: перегон от ул. Андреева до ул. Корчагина	0,80	0,80	V	0,54	0,26	0,8
87	ул. Федотовой: перегон от ул. Андреева до ул. Корчагина	0,80	0,80	V	0,54	0,26	0,8
88	ул. Спивака: перегон от пер. Загородный до Карачевское шоссе.	0,79	0,79	V	0,53	0,26	0,79
89	ул. Авиационная: перегон от ул. Спивака до ул. Комсомольская	0,64	0,54	V	0,43	0,18	0,59
90	ул. Кромская: перегон от ул. Комсомольская до ул. Планерная	0,64	0,66	V	0,43	0,22	0,65
91	ул. Саханская: перегон от ул. Планерная до ул. Машкарин	0,67	0,57	V	0,45	0,19	0,62
92	ул. Автовокзальная: перегон от ул. Комсомольская до пер. Рижский	0,71	0,71	V	0,48	0,23	0,71
93	ул. Автовокзальная: перегон от пер. Рижский до пер. Дарвина	0,68	0,55	V	0,46	0,18	0,61
94	ул. Автовокзальная: перегон от пер. Дарвина до пер. Маслозаводской	0,62	0,54	V	0,42	0,18	0,58
95	ул. Чечневой: перегон от ул. Планерная до безымянной улицы	0,79	0,69	V	0,53	0,23	0,74
96	безымянная: перегон от ул. Чечневой до ул. Саханская	0,63	0,63	V	0,42	0,21	0,63
97	пер. Рижский: перегон от ул. Комсомольская до ул. Автовокзальная	0,76	0,78	V	0,51	0,26	0,77

1	2	3	4	5	6	7	8
98	пер. Дарвина: перегон от ул. Комсомольская до ж/д путей	0,72	0,69	V	0,48	0,23	0,7
99	пер. Маслозаводской: перегон от ул. Комсомольская до ж/д переезда	0,22	0,40	IV	0,15	0,13	0,3
100	пер. Маслозаводской: перегон от ж/д переезда до ул. Городская	0,38	0,42	IV	0,25	0,14	0,4
101	ул. Городская: перегон от пер. Маслозаводской до ул. Поселковая	0,28	0,57	IV	0,19	0,19	0,4
102	ул. Городская: перегон от ул. Поселковая до ул. Скульптурная	0,30	0,50	IV	0,2	0,17	0,39
103	ул. Городская: перегон от ул. Скульптурная до ж/д моста	0,24	0,42	IV	0,16	0,14	0,32
104	ул. Скульптурная: перегон от ул. Линейная до ул. Городская	0,73	0,76	V	0,49	0,25	0,74
105	ул. Колхозная: перегон от ул. Генерала Родина до ул. Васильевская	0,33	0,48	IV	0,22	0,16	0,4
106	ул. Колхозная: перегон от ул. Васильевская до ул. МОПРа	0,43	0,50	V	0,29	0,17	0,46
107	ул. Поселковая: перегон от ул. Городская до ул. Итальянская	0,31	0,57	V	0,21	0,19	0,42
108	Кромское шоссе: перегон от ул. Высоковольтная до ул. Автогрейдерная	0,25	0,36	IV	0,17	0,12	0,3
109	ул. Машкаринина: перегон от ул. Кромская до тупика	0,72	0,72	V	0,48	0,24	0,72

**Численные исследования показателя биосферной совместимости, характеризующего
воздействие ОГТС Железнодорожного района г. Орла**

№ п/п	Наименование элемента УДС – перегона	η_P	η_N	Класс опасности	η'_P	η'_N	$\eta_{ОТС}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ул. Степана Разина: перегон от ул. Московская до ул. Набережная Дубровинского	0,70	0,76	V	0,47	0,25	0,73
2	ул. Московская: перегон от ул. Покровская до ул. Степана Разина	0,09	0,13	III	0,06	0,04	0,11
3	ул. Московская: перегон от ул. Степана Разина до ул. Революции	0,10	0,14	III	0,07	0,05	0,12
4	ул. Московская: перегон от пер. Новосильский до пер. Трамвайный	0,08	0,10	II	0,05	0,03	0,09
5	ул. Московская: перегон от пер. Трамвайный до ул. Старо-Московская	0,21	0,18	III	0,14	0,06	0,19
6	ул. Московская: перегон от ул. Старо-Московская до ул. Орджоникидзе	0,15	0,10	II	0,1	0,03	0,12
7	ул. Московская: перегон от ул. Орджоникидзе до ул. Привокзальная	0,17	0,12	III	0,11	0,04	0,14
8	ул. Московская: перегон от ул. Привокзальная до ж/д моста	0,18	0,14	II	0,12	0,05	0,16
9	ул. Московская: перегон от ж/д моста до ул. Паровозная	0,17	0,16	II	0,11	0,05	0,16
10	ул. Герцена: перегон от ул. Московская до Советская	0,10	0,30	II	0,07	0,1	0,17
11	ул. Раздольная: перегон от Болховское шоссе до ул. Гайдара	0,28	0,57	IV	0,19	0,19	0,4
12	ул. Раздольная: перегон от ул. Гайдара до ул. Льва Толстого	0,25	0,50	III	0,17	0,17	0,35
13	ул. Раздольная: перегон от ул. Льва Толстого до ул. Михалицына	0,27	0,54	IV	0,18	0,18	0,38
14	ул. Советская: перегон от ул. Покровская до ул. Степана Разина	0,65	0,66	V	0,44	0,22	0,65
15	ул. Советская: перегон от ул. Степана Разина до ул. Революции	0,63	0,63	V	0,42	0,21	0,63
16	ул. Советская: перегон от ул. Революции до ул. Герцена	0,62	0,71	V	0,42	0,23	0,66
17	ул. Революции: перегон от ул. Московская до Набережной Дубровинского	0,60	0,71	V	0,4	0,23	0,65
18	ул. Покровская: перегон от Набережной Дубровинского до ул. Советская	0,58	0,75	V	0,39	0,25	0,66
19	ул. Покровская: перегон от ул. Советская до ул. Московская	0,67	0,61	V	0,45	0,2	0,64
20	ул. Пушкина: перегон от ул. Фомина до ул. 4-я Курская	0,42	0,73	V	0,28	0,24	0,55
21	ул. Пушкина: перегон от ул. 4-я Курская до ул. 1-я Курская	0,72	0,57	V	0,48	0,19	0,64
22	ул. Пушкина: перегон от ул. 1-я Курская до ул. Ляшко	0,58	0,70	V	0,39	0,23	0,64

1	2	3	4	5	6	7	8
23	ул. Пушкина: перегон от ул. Ляшко до ул. Новосильская	0,75	0,58	V	0,5	0,19	0,66
24	Площадь Мира: перегон от ул. Пушкина до ул. Московская	0,64	0,54	V	0,43	0,18	0,59
25	ул. 4-я Курская: перегон от ул. Пушкина до ул. Новосильская	0,43	0,54	V	0,29	0,18	0,48
26	ул. 4-я Курская: перегон от ул. Новосильская до ул. Русанова	0,65	0,75	V	0,44	0,25	0,7
27	ул. 4-я Курская: перегон от ул. Русанова до ул. 5 Августа	0,78	0,78	V	0,52	0,26	0,78
28	ул. Фомина: перегон от ул. Пушкина до ул. 5 Августа	0,76	0,70	V	0,51	0,23	0,73
29	Новосильский пер.: перегон от ул. Пушкина до ул. Московская	0,74	0,50	IV	0,5	0,17	0,61
30	ул. 3-я Курская: перегон от ул. Пушкина до пер. Речной	0,55	0,38	IV	0,37	0,13	0,46
31	ул. 3-я Курская: перегон от пер. Речной до ул. 5 Августа	0,60	0,47	IV	0,4	0,16	0,53
32	ул. 3-я Курская: перегон от ул. 5 Августа до Курганный проезд	0,77	0,77	V	0,52	0,25	0,77
33	пер. Трамвайный: перегон от ул. Пушкина до ул. Московская	0,53	0,60	V	0,36	0,2	0,56
34	ул. 2-я Курская: перегон от ул. Пушкина до пер. Речной	0,57	0,58	V	0,38	0,19	0,57
35	ул. 2-я Курская: перегон от пер. Речной до ул. 5 Августа	0,55	0,79	V	0,37	0,26	0,66
36	ул. Старо-Московская: перегон от ул. Пушкина до ул. Московская	0,51	0,45	IV	0,34	0,15	0,48
37	ул. 1-я Курская: перегон от ул. Пушкина до ул. Новосильская	0,46	0,72	V	0,31	0,24	0,58
38	ул. 1-я Курская: перегон от ул. Новосильская до ул. 5 Августа	0,44	0,58	V	0,29	0,19	0,51
39	ул. 1-я Курская: перегон от ул. 5 Августа до ул. Ливенская	0,41	0,50	IV	0,27	0,17	0,45
40	ул. Белинского: перегон от ул. Ново-Прядильная до ул. Студенческая	0,79	0,73	V	0,53	0,24	0,76
41	Медведевский пер.: перегон от ул. Прядильная до ул. 5 Августа	0,79	0,72	V	0,53	0,24	0,75
42	ул. Ляшко: перегон от ул. Орджоникидзе до ул. Грузовая	0,54	0,60	V	0,36	0,2	0,57
43	ул. Ляшко: перегон от ул. Грузовая до ул. Медведева	0,61	0,71	V	0,41	0,23	0,66
44	ул. Ляшко: перегон от ул. Медведева до ул. Пушкина	0,62	0,71	V	0,42	0,23	0,66
45	ул. Ляшко: перегон от ул. Пушкина до ул. 5 Августа	0,64	0,73	V	0,43	0,24	0,68
46	ул. Грузовая: перегон от ул. Старо-Московская до ул. Ляшко	0,72	0,58	V	0,48	0,19	0,65
47	ул. Железнодорожная: перегон от пер. Гаражный до ул. Ляшко	0,80	0,79	V	0,54	0,26	0,79

1	2	3	4	5	6	7	8
48	ул. Орджоникидзе: перегон от ул. Московская до Привокзальная площадь	0,49	0,48	IV	0,33	0,16	0,48
49	ул. Привокзальная: перегон от ул. Московская до Привокзальная площадь	0,72	0,54	V	0,48	0,18	0,62
50	ул. Старо-Привокзальная: перегон от ул. Привокзальная до ул. Грузовая	0,74	0,75	V	0,5	0,25	0,74
51	ул. Привокзальная: перегон от Привокзальная площадь до ул. Старо-Привокзальная	0,71	0,70	V	0,48	0,23	0,7
52	Привокзальная площадь: перегон от ул. Орджоникидзе до ул. Привокзальная	0,43	0,49	IV	0,29	0,16	0,46
53	ул. Прядильная: перегон от ул. Старо-Московская до ул. Ляшко	0,79	0,81	V	0,53	0,27	0,8
54	ул. Прядильная: перегон от ул. Ляшко до ул. Привокзальная	0,78	0,81	V	0,52	0,27	0,79
55	ул. Лесная: перегон от ул. Грузовая до ул. Прядильная	0,78	0,67	V	0,52	0,22	0,72
56	переход через пути: перегон от ул. Пушкина до пер. Южный	0,66	0,71	V	0,44	0,23	0,68
57	ул. 5-го Августа: перегон от ул. 1-я Курская до ул. Ляшко	0,63	0,70	V	0,42	0,23	0,66
58	ул. 5-го Августа: перегон от ул. 1-я Курская до ул. 4-я Курская	0,47	0,45	IV	0,31	0,15	0,46
59	ул. 5-го Августа: перегон от ул. 4-я Курская до ул. Набережная Дубровинского	0,43	0,47	IV	0,29	0,16	0,45
60	ул. Русанова: перегон от ул. 1-я Курская до пер. Культурный	0,74	0,71	V	0,5	0,23	0,72
61	ул. Русанова: перегон от ул. Набережная Дубровинского до ул. 1-я Курская	0,75	0,75	V	0,5	0,25	0,75
62	Речной пер.: перегон от ул. Набережная Дубровинского до ул. 1-я Курская	0,74	0,70	V	0,5	0,23	0,72
63	площадь Поликарпова: перегон от пер. Трамвайный до ул. Старо-Московская	0,78	0,75	V	0,52	0,25	0,76
64	ул. Студенческая: перегон от пер. Культурный до ул. Ляшко	0,80	0,80	V	0,54	0,26	0,8
65	ул. Магази́нная: перегон от ул. 4-я Курская до ул. 1-я Курская	0,78	0,79	V	0,52	0,26	0,78
66	ул. Магази́нная: перегон от ул. Фомина до ул. 4-я Курская	0,78	0,64	V	0,52	0,21	0,71
67	ул. Ливенская: перегон от ул. 1-я Курская до Залегощенское шоссе	0,44	0,47	IV	0,29	0,16	0,45
68	Южный переулок: перегон от пер. Светофорный до ул. Дуговая	0,52	0,60	V	0,35	0,2	0,56
69	ул. Паровозная: перегон от Московское шоссе до пер. Южный	0,42	0,54	IV	0,28	0,18	0,48
70	ул. Электровозная: перегон от ул. Паровозная до ул. Тульская	0,73	0,73	V	0,49	0,24	0,73

**Численные исследования показателя биосферной совместимости, характеризующего
воздействие ОГТС Северного района г. Орла**

№ п/п	Наименование элемента УДС – перегона	η_P	η_N	Класс опасности	η'_P	η'_N	$\eta_{ОТС}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ул. Михалицына: перегон от ул. Раздольная до пер. Артельный	0,25	0,36	IV	0,17	0,12	0,3
2	ул. Михалицына: перегон от пер. Артельный до Московское шоссе	0,23	0,33	IV	0,15	0,11	0,28
3	Московское шоссе: перегон от ул. Паровозная до ул. Тульская	0,17	0,18	III	0,11	0,06	0,17
4	Московское шоссе: перегон от ул. Тульская до ул. Михалицына	0,16	0,23	III	0,11	0,08	0,19
5	Московское шоссе: перегон от ул. Михалицына до ул. Бурова	0,17	0,29	III	0,11	0,1	0,22
6	Московское шоссе: перегон от ул. Бурова до ул. Metallургов	0,18	0,31	III	0,12	0,1	0,24
7	ул. Бурова: перегон от Московское шоссе до ул. Космонавтов	0,42	0,60	IV	0,28	0,2	0,5
8	ул. Орловских партизан: перегон от Московское шоссе до Прокуровский парк	0,76	0,78	V	0,51	0,26	0,77
9	ул. Космонавтов: перегон от ул. Бурова до ул. Metallургов	0,73	0,71	V	0,49	0,23	0,72
10	ул. Metallургов: перегон от Московское шоссе до переулка	0,77	0,50	IV	0,52	0,17	0,62
11	ул. Раздольная: перегон от ул. Metallургов до ул. Рощинская	0,41	0,52	IV	0,27	0,17	0,46
12	ул. Рощинская: перегон от Московское шоссе до ул. Раздольная	0,49	0,78	V	0,33	0,26	0,62
13	ул. Силикатная: перегон от ул. Раздольная до пер. Силикатный	0,78	0,70	V	0,52	0,23	0,74
14	Московское шоссе: перегон от ул. Metallургов до ул. Рощинская	0,16	0,36	III	0,11	0,12	0,24
15	Московское шоссе: перегон от ул. Рощинская до д. Хардиково	0,16	0,34	III	0,11	0,11	0,23

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Акты и справки о внедрении
результатов диссертационной работы

«УТВЕРЖДАЮ»

и.о первого проректора
ФГБОУ ВО «ПГУ»
 В.В. Светкин

2015 г.

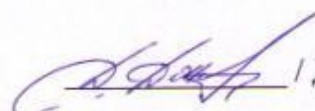
АКТ**о внедрении результатов диссертационной работы в учебный процесс**

Настоящим подтверждаю, что результаты диссертационной работы «Исследование биосферной совместимости городской среды от воздействия объектов транспортного строительства» Д.В. Матюшина приняты к внедрению в учебный процесс ФГБОУ ВО «Приокский государственный университет».

Разработки в области обеспечения экологической безопасности объектов транспортного строительства нашли свое применение при составлении рабочих программ, при чтении курсов лекций и практикумов для бакалавров и магистров, обучающихся по направлению «Строительство» на кафедрах «Строительство автомобильных дорог», «Городское строительство и хозяйство», «Строительные конструкции и материалы», «Архитектура» Архитектурно-строительного института.

Использование предложенных в исследовании критериев и методики оценки состояния городской среды, а также рекомендаций по экологической реконструкции урбанизированных территорий позволяет расширить профессиональные знания и навыки при изучении дисциплин: «Современные принципы формирования экологической среды городских поселений», «Биосферо-совместимые технологии в строительстве, архитектуре и градостроительстве», «Градэкологическая безопасность», «Инженерное благоустройство территорий и транспорт», «Транспортные планировки городов и поселений».

Зав. кафедрой «Строительство
автомобильных дорог»,
к.т.н., доцент

 / Д.В. Данилевич



«УТВЕРЖАЮ»
 Директор по учебной работе
 ФГБОУ ВО «Юго-Западный
 государственный университет»
 _____ О.Г. Локтионова
 _____ 2015 года

СПРАВКА

о внедрении результатов диссертационных исследований в учебный процесс

Настоящая справка составлена об использовании в учебном процессе результатов диссертационного исследования Д.В. Матюшина, посвященного созданию механизма биосферосовместимой городской среды и обеспечению экологической безопасности объектов городского транспортного строительства.

Результаты диссертационного исследования используются в учебном процессе студентов факультета строительства и архитектуры, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров «Строительство» профилей «Городское строительство и хозяйство» и «Автомобильные дороги и аэродромы».

Материалы диссертационного исследования нашли отражение при чтении лекций по дисциплинам: «Экология урбанизированных территорий», «Городской транспорт и безопасность движения» и «Транспортные системы городов и регионов». В рамках названных дисциплин, базируясь на полученных результатах, были разработаны модули «Мониторинг показателей и параметров состояния городской среды на принципах биосферной совместимости», «Эксплуатация городских территорий», «Развитие региональных транспортных систем и обеспечение безопасности на транспорте».

Начальник УМУ

С.В. Солошенко

Декан факультета

Е.Г. Пахомова

строительства и архитектуры

Зав. кафедрой городского, дорожного
 строительства и строительной механики

Л.Ю. Ступишин