Совершенствование транспортной системы Санкт-Петербурга с использованием «зеленой» логистики

Санкт-Петербург
2018

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ «ЗЕЛЕНОЙ» ЛОГИСТИКИ

Монография

Санкт-Петербург
2018

УДК 658.7
Т 66
ББК 65.291.59

Совершенствование транспортной системы Санкт-Петербурга с использованием «зеленой» логистики: монография / М.Г. Трейман, А.В. Терешкин, О.С. Варыгина, Е.Ю. Кодряну, П.А. Ефремкина. – ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб., 2018. – 100 с. – ISBN 978 – 5 – 91646 – 173 – 2

В монографии рассмотрены вопросы использования принципов «зеленой» логистики для совершенствования транспортной системы Санкт-Петербурга, представлены теоретические аспекты как логистической, так и экологической деятельности, приведены практические примеры из зарубежного опыта внедрения природоохранных технологий в логистические процессы. В исследовании рассмотрена транспортная система Санкт-Петербурга, определен комплекс проблем транспортной деятельности региона, проведена оценка транспортного потенциала города и разработаны мероприятия для сокращения газовых выбросов.

Монография будет полезна для студентов бакалавриата, слушателей курсов повышения квалификации и дополнительного профессионального образования по следующим направлениям подготовки: 38.03.02 «Менеджмент» («Логистика и управление цепями поставок»); 38.03.01 «Экономика» («Экономика предприятий и организаций»); 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Рецензенты:
Е.А. Королева, д-р экон. наук, профессор, заведующий кафедрой транспортной логистики Государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова;

А.В. Парфенов, д-р экон. наук, профессор кафедры логистики и управления цепями поставок Санкт-Петербургского государственного экономического университета.

ISBN 978 – 5 – 91646 – 173 – 2

© Трейман М.Г.,Терешкин А.В.,
Кодряну Е.Ю., Варыгина О.С.,
Ефремкина П.А., 2018
© Высшая школа технологии
и энергетики СПбГУПТД, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ..... 4

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ «ЗЕЛЕНОЙ» ЛОГИСТИКИ..... 5

1.1. Сущность и понятие «зеленой» логистики и опыт применения «зеленых» технологий на практике 5

1.2. Классификация транспортных средств по степени и видам негативного воздействия на окружающую среду 19

1.3. Характеристика основных эколого-экономических проблем Санкт-Петербурга, непосредственно связанных с логистической деятельностью региона..... 27

2. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ ГОРОДА 31

2.1. Исследование влияния автомобильного транспорта на окружающую среду в Северо-Западном регионе 31

2.2. Особенности влияния морского и речного транспорта на городскую среду 42

2.3. Влияние гражданской авиации на эколого-экономическое состояние в регионе..... 53

2.4. Аспекты влияния железнодорожного транспорта на экологическую обстановку города ……62

3. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ «ЗЕЛЕНОЙ» ЛОГИСТИКИ В ТРАНСПОРТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОРОДА 70

3.1. Мероприятия, направленные на использование «зеленой» логистики в автотранспортной деятельности 70

3.2. Адаптированная методика оценки эколого-экономической деятельности морского транспорта 80

3.3. Оценка влияния факторов на качественный и количественный состав выбросов от гражданской авиации ……..…….. 83

3.4. Формирование ключевых мероприятий для железнодорожного транспорта и развития отрасли 90

ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... 94

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК..... 95

ВВЕДЕНИЕ

В современной действительности вопросы развития транспортной инфраструктуры стоят достаточно остро и их решение необходимо для эффективного функционального развития любого региона. Санкт-Петербург по праву является значимым промышленным и транспортным центром, и для него развитие логистической инфраструктуры – это перспективное направление деятельности.

Городская транспортная система является неотъемлемой составляющей города и формирует его дальнейшее перспективное развитие в социальном, экологическом и экономическом планах. В исследовании дана классификация всех видов городского транспорта с позиции негативного влияния на окружающую природную среду. Определены основные теоретические аспекты «зеленой» логистики, ее особенности формирования как науки, внедрение теоретических положений в практику деятельности компаний и организаций.

В ходе работы был проанализирован отечественный и зарубежный опыт в части использования «зеленой» логистики для различных видов транспортных средств – гражданской авиации, автомобильного, морского, речного и железнодорожного транспорта. Отдельно рассмотрены примеры крупных компаний, активно вводящих в свою деятельность принципы «зеленой» логистики, и оценен экономический эффект и прибыль от их внедрения.

Направление «зеленая» логистика динамично развивается в последние годы, особенно зарубежом – разработки в данной сфере позволяют государствам следовать концепции устойчивого развития, улучшая свои экологические, экономические и социальные показатели.

Проведенные исследования являются актуальными и интересными широкому кругу читателей, поскольку выявляют не только комплекс проблем в части экологической и логистической деятельности, но и отражают тренды, тенденции и направления дальнейшего развития города с учетом экологических аспектов.

Особенностью проведенного исследования и расчетов является их возможность и применимость в практической деятельности на разных уровнях для транспортной системы города Санкт-Петербурга.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ «ЗЕЛЕНОЙ» ЛОГИСТИКИ

1.1. Сущность и понятие «зеленой» логистики и опыт применения «зеленых» технологий на практике

В настоящее время термин «зеленая логистика» получил достаточно широкое распространение в основном в Европе и западных странах. В Российской Федерации данные подходы разработаны мало и не внедрены в практику деятельности компаний и организаций, лишь отдельные логистические компании в основном с зарубежным финансированием занимаются введением данных положений в свою практическую деятельность. Понятие «зеленой» логистики возникло в середине 80-х годов в Европе и стало повсеместно распространяться зарубежом в соответствии с направлением развития Евросоюза и потребностями общества в «чистой» окружающей среде. Распространение данной концепции напрямую связано с развитием и усугублением глобальных проблем человечества: образования кислотных дождей, выбросов двуокиси углерода в общем объеме глобального потепления и разрушения озонового слоя.

Основные терминологические принципы, связанные с устойчивым развитием и терминологией «зеленой» логистики, представлены в табл. 1.

Таблица 1. Терминологический аппарат концепции «зеленой» логистики

Термин	Автор	Определение термина
«Зеленая» логистика	Динукова О.А. [19]	Деятельность организации, которая заключается в создании интегрированного механизма социального, экономического и экологического аспектов на всех стадиях и элементах экологического управления, позволяющих снизить наносимый ущерб и повысить энергоэффективность процессов и существенно поднять потребительскую ценность продукции.
«Зеленые» технологии	Воронков А.Н., Точков А.Г., Вакуленко Р.Я. [18]	Инновационные подходы и решения, применимые в сфере природопользования по всем направлениям антропогенной деятельности.

Продолжение табл. 1

Термин	Автор	Определение термина
«Зеленая» логистика	Воронков А.Н., Точков А.Г., Вакуленко Р.Я. [18]	Деятельность, основанная на применении экологически безопасных технологий.
«Зеленая» логистика	[Электронный ресурс] URL: https: // novainfo. ru/ article / 6047 [46]	Включает в себя попытки определить и сократить влияние логистической деятельности на общее состояние окружающей среды. Также это комплексный подход к логистическим системам на различных уровнях взаимодействия, в результате которых минимизируется ущерб, наносимой окружающей природной среде. Основной целью данного направления является экологизация транспортных процессов в регионе.
«Экологистика»	[Электронный ресурс] URL: https: // gorod-812.ru / spasite-nashi-ushi / [53]	Это деятельность, направленная на формирование механизма совместной интеграции социального, экономического, экологического аспектов на всех этапах производственного и экономического процесса, направленного на минимизацию ущерба и роста потребительской ценности продукции с учетом применения энерго- и ресурсосберегающих технологий.
«Зеленая» логистика	Логунова В.Г. [28]	Это развивающийся в современном мире западный тренд, в основе которого лежит экологизация логистических процессов на различных уровнях. Применение принципов «зеленой» логистики важно для государства и общества, то есть для него характерна социальная составляющая.

Окончание табл. 1

Термин	Автор	Определение термина
«Зеленая» логистика	Цыбенкова Е.Ю., Пыхова Е.Ю. [40]	В части экономической деятельности «зеленая» логистика занимается решением вопросов производительности, конкурентоспособности, занятости. В части социальной значимости – оказывает влияние на осуществление безопасных перевозок, экологическая обстановка влияет на изменение климата и экологизацию транспортных процессов, а также на общее качество воздуха.

В настоящее время концепция «зеленой» логистики внедряется во все сферы деятельности производства и потребления – это развитие экологических принципов не только в транспортных системах, но также в складской деятельности и товарообороте, в развитии закупок, во внедрении устойчивых принципов и снижении энергоемкости и материалоемкости процессов в логистической деятельности всех направлений: в строительстве, сфере услуг, ресурсоснабжении, производственной деятельности.

Авторы Цыбенкова Е.Ю., Пыхова Е.Ю. предложили следующий сравнительный анализ логистической деятельности традиционных схем движения транспортных средств и принципов «зеленой» логистики [40].

Таблица 2. Сравнительный анализ традиционной и «зеленой» логистики

Сравнительные характеристики	«Зеленая» логистика	Традиционная логистика
Конечная цель логистических процессов	Цель − достижение принципов устойчивого развития и инноваций в логистической деятельности, то есть внедрение наиболее эффективных логистических процессов дает возможность снизить нагрузку на окружающую среду.	Снизить логистические издержки и максимизировать прибыль.
Субъекты логистической деятельности	Субъектами являются логистические компании и промышленные предприятия региона.	Субъектом деятельности являются логистические компании.

В транспортных системах, где применяется механизмы «зеленой» логистики, проводятся мероприятия, влияющие на экологическое состояние региона. К основным мероприятиям относятся: внедрение экологически чистого транспорта, оптимизация погрузочно-разгрузочных работ, сокращение выбросов двуокиси углерода. В глобальном масштабе «зеленая» логистика должна решать проблемы глобального потепления за счет сокращения выбросов парниковых газов.

Алан Мак Киннон и Вудберн определили 4 уровня подходов и управленческих решений, связанных с «зеленой» логистикой [35]:

1.Стратегические решения, которые связаны с размещением производственных объектов, их мощностей и размещения парков автомобилей.

2.Коммерческие решения, связанные с формированием структуры торговых связей с клиентами, поставщиками и подрядчиками.

3.Оперативные решения, напрямую связанные с планированием и прогнозированием деятельности.

4.Решения, непосредственно связанные с управлением в части материально-технического обеспечения и рационального использования ресурсов, маршрутизацией потоков и путей следования, погрузкой и разгрузкой продукции.

Далее представлены показатели и их сущность, оценка их влияния на состояние окружающей среды в региональных системах.

Таблица 3. Показатели логистических систем, влияющих на экологические факторы окружающей среды [7; 17; 37]

Наименование	Характеристика показателя
Расходы	Основная цель любой логистической системы сводится к сокращению общей величины издержек, то есть в осуществлении экономии временных характеристик, транспортных расходов и т.д. Логистическая компания должна создать структурированную иерархическую систему затрат на логистическую деятельность. Например, для перевозок продуктов питания была создана «концепция продовольственных миль» для контроля и сокращения общей величины логистических затрат за счет грамотного построения цепочек поставок.

Окончание табл. 3

Наименование	Характеристика фактора
Временные характеристики	Безусловно, время транспортировки является одним из основных и даже ключевых показателей. Сокращение времени перевозок возможно при выборе транспортного средства и грамотной маршрутизации потоков грузоперевозок. Использование основных логистических принципов "от двери до двери" и "точно в срок" негативно влияют на экологическую ситуацию и несут за собой отрицательные последствия.
Принцип надежности	Основан на сокращении времени и обеспечении сохранности транспортируемого груза. Выбор безопасных способов перевозок оказывает наиболее серьезное экологическое влияние на окружающую среду.
Услуги по складской деятельности	Логистическая деятельность позволяет глобализировать торговые потоки в международном масштабе. Отсутствие налаженной системы складской логистики приводит к существенному загрязнению природной среды и увеличению нагрузки на транспортную систему.
Информационные технологии	ИТ-технологии позволили ускорить процесс товародвижения и за счет автоматизации сократить ряд цепей поставок.

Сводные данные подтверждают, что все перечисленные аспекты и принципы оказывают положительное влияние на логистическую составляющую, но в то же время отрицательно влияют на окружающую природную среду, то есть существует определенное противоречие между устойчивым развитием в экологическом аспекте и в плане организации логистической деятельности.

Рассмотрим отечественный опыт – схему транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга. На схеме рассмотрена система социально-экономического развития города, где определен спрос на передвижение, после чего обозначена классификация транспортных средств, что в дальнейшем определяет транспортно-коммуникационное пространство и тенденции к его развитию.

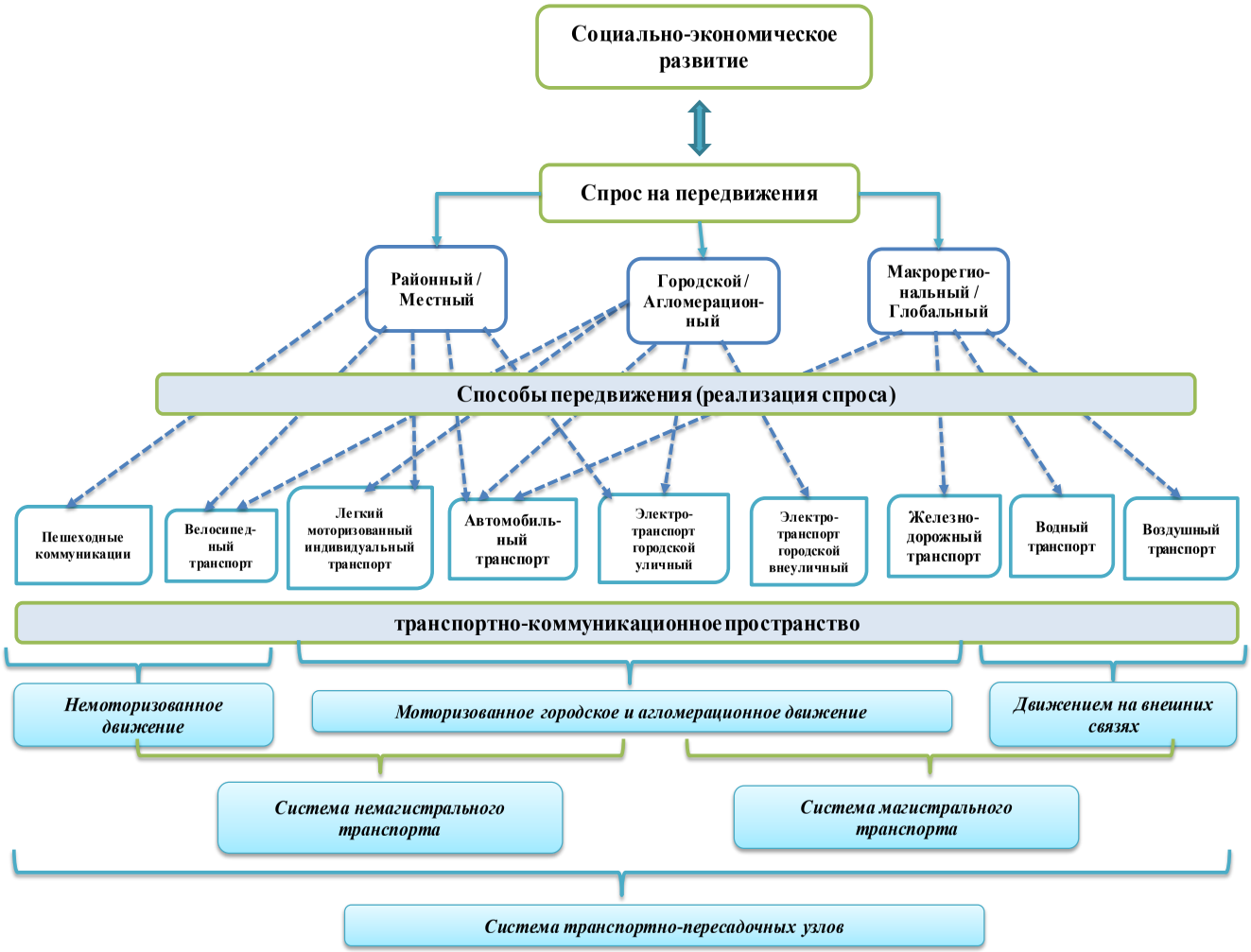

Рис. 1. Реализация спроса на передвижение в городе (агломерации) [2]

Таким образом, наиболее эффективным видом структурирования транспортно-логистической деятельности является группировка транспортных средств по спросу использования различными сегментами потребителей. Данная система сейчас находится в стадии становления и постоянной перепланировки и развития.

Примеры внедрения концепции «зеленой» логистики в европейских странах

В Европейском союзе введены директивы по внедрению «зеленого» направления. Так, например, в Германии ФЗ «Об охране окружающей среды» от 01.03.2007 определяет въезд автомобильного транспорта в особые «экологические» зоны, то есть там установлен запрет для въезда ряда групп транспортных средств, которые имеют значительный выброс газов.

Основными экономическими механизмами, влияющими на замену автопарка, является налогообложение и субсидирование. Например, установлена прогрессивная ставка налога на транспортное средство в зависимости от срока его эксплуатации, в Германии есть предложения, мотивирующие граждан к покупке электрокаров [28].

В Германии с 1996 г. действует закон «Об экономическом рециклинге в Германии». Например, компании BMW разработала концепцию вторичного использования автодеталей, которая учитывает необходимость утилизации уже на стадии создания и проектирования модели автомобиля. Таким образом, детали используются повторно в 95 % случаев [18].

Особый интерес вызывают разработки, позволяющие внедрять принципы энергоэффективности, рационального использования ресурсов, сокращения негативного влияния на атмосферный воздух. Ярким примером применения принципов энергоэффективности является кайт-привод, используемый в судоходстве для снижения потребления топлива в системе при использовании силы ветра в качестве альтернативного источника энергии. Продолжается распространение водородных, гибридных и электрических двигателей [28].

Одной из важнейших проблем в области образования выбросов вредных газов является их значительный объем в результате процессов эксплуатации транспортных средств. Количество их образования зависит от видов топлива и его преобразования в двигателях внутреннего сгорания, их сравнение приведено в табл. 4.

Таблица 4. Сравнительные характеристики компонентов отработанных газов двигателей, кг/т топлива [18]

Вредные вещества в отработавших газах двигателя внутреннего сгорания	Двигатели	
	дизельные	бензиновые
Оксид углерода	35	270
Углеводороды	11	34
Оксиды азота	51	28
Оксиды серы	44	0,7
Сажа	5	0,8
Соединения свинца	-	0,24
Итого:	146	334

Таким образом, наибольший «вклад» в структуру выбросов вносит преобразование бензина в двигателях внутреннего сгорания автомобилей, значительными становятся образования диоксида углерода, углеводородов, сажи, соединений свинца.

В США в рамках применения концепции экологического нормирования в полной мере применяется «бабл»-принцип, он значительно расширяет способности стратегического применения ресурсов на уровне региона. Сущность его заключается в следующем: для региона устанавливается общая допустимая норма по выбросам, и предприятия, находящиеся в регионе, могут друг другу перепродавать излишки квот на выброс, но совокупный выброс газов на территории не должен превышать определенной регламентированной величины. За счет применения природоохранных технологий часть предприятий существенно снижают свои выбросы и могут продавать оставшиеся резервы от квоты другим предприятиям. Таким образом, совокупные затраты на достижение лимитированных показателей являются низкими, что выгодно и с экономической, и с экологической точки зрения [18].

Другой инициативой в области «зеленой» логистики является введение в 2012 г. проекта «Зеленый фрахт Европы», который инициировали логистические компании с целью создания единых интегрированных подходов к оценке образования вредных выбросов от транспортных систем, сравнению экологических параметров различных транспортных операторов и т.д. [24].

К основным детализированным показателям относятся: «энергопотребление», «материалоемкость», «экологичность продукции», «величина потребления водных ресурсов», «степень переработки отходов», «экологический и социальный эффект ресурсосберегающих технологий».

Ключевыми направлениями развития транспортных систем в «зеленой» логистики являются: сокращение расстояний перевозок грузов, наиболее

рациональное использование ресурсной базы, применение экологизированных транспортных средств [24].

Еще одним примером информационной открытости экологической отчетности является компания Хенкель – на официальном сайте которой доступны данные о результатах экологической деятельности.

Данные об устойчивом развитии компании представлены далее в табл. 5 – 6 и рис. 2 – 4. Компания является примером экологизации логистической деятельности. Для подробного рассмотрения примера приведем особенности природоохранной деятельности, взятые из «Отчета об устойчивом развитии предприятия».

Отчет об устойчивом развитии компании Хенкель [10]

Воздействие на природную среду предприятия оценивается по следующим направлениям:

1. Влияние на атмосферный воздух газовых выбросов.
2. Влияние сброса сточных вод на водные объекты.
3. Показатели потребления энергетических ресурсов.

– *Выбросы в атмосферу от производственной деятельности*

Основные показатели по выбросам в атмосферный воздух от предприятия представлены в табл. 5.

Таблица 5. Сводная информация по выбросам вредных газов от производственной деятельности компании «Хенкель»

Наименование показателя	2013	2014	2015	2016	2017	Отклонение 2013/2017
Выбросы CO_2, тыс. $м^3$	654	634	654	685	734	80
Выбросы органических соединений, $м^3$	308	289	339	358	397	89
Пылевые выбросы, тыс. $м^3$	352	382	303	277	398	46
Выбросы SO_2, тыс. $м^3$	154	112	94	90	98	**-56**
Выбросы NO_2, тыс. $м^3$	410	367	382	418	485	75
Цинк, кг	397	445	519	478	564	167
Свинец, никель, медь, кг	270	200	294	268	227	**-43**

Снижение в динамике согласно полученным данным характерно для выбросов SO_2, смеси «тяжелых металлов»: свинец, никель, медь, цинк. Изменение показателя по двуокиси серы представлены на рис. 2.

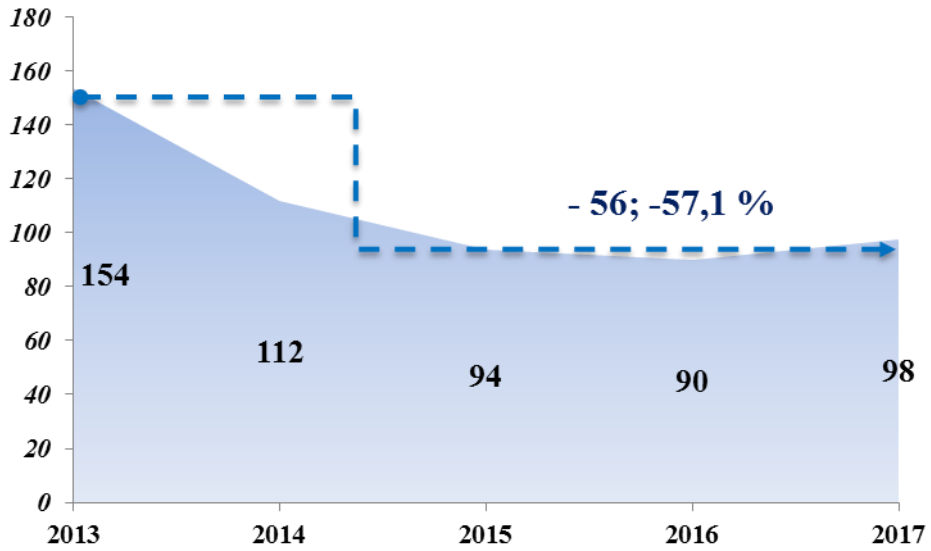

Рис. 2. Динамика объемов SO_2 компании Хенкель

Согласно представленному изменению по годам, снижение двуокиси серы произошло на 57,1 %, что позволило улучшить состояние окружающей среды и снизить нагрузку по выбросам от предприятия.

– Потребление водных ресурсов и сброс сточных вод от производственной деятельности компании

Данные об использовании водных ресурсов и их круговороте представлены в табл. 6.

Таблица 6. Сводная информация по сбросам сточных вод от производственной деятельности компании «Хенкель»

Наименование показателя	2013	2014	2015	2016	2017	Отклонение 2013/2017
Потребление воды	7,642	7,438	7,19	7,658	8,431	0,789
Сброс сточных вод	3,084	3,004	2,99	2,977	3,202	0,118
Сточная вода для повторного использования	62	53	59	68	72	10
Сточные воды, образующиеся от процессов переработки осадка	48	48	38	39	38	**-10**

Изменение представленных в таблице показателей отразило снижение по сбросу осадка сточных вод, сброс стоков и потребление воды незначительно выросли, что свидетельствует о неизменности подходов технологического процесса. Данные по динамике показателей представлены на рис. 3.

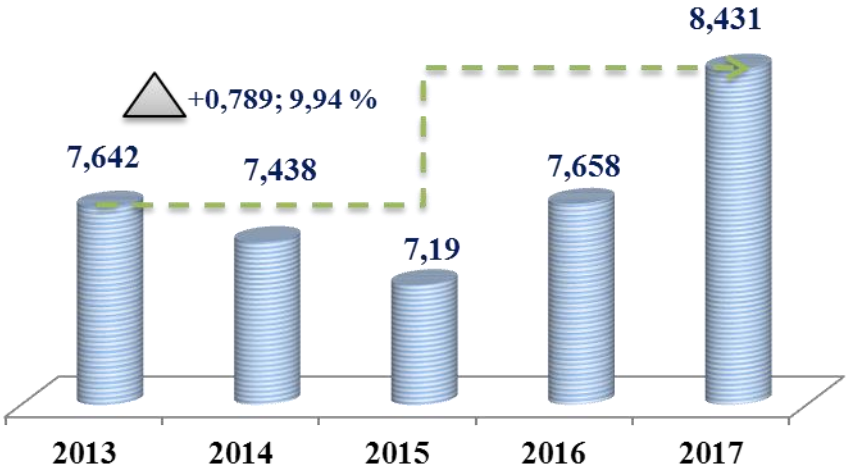

Рис. 3. Потребление водных ресурсов, тыс. м^3

Рост потребления водных ресурсов составил 9 % в отношении величин 2013 года и его можно считать незначительным по сравнению с другими показателями.

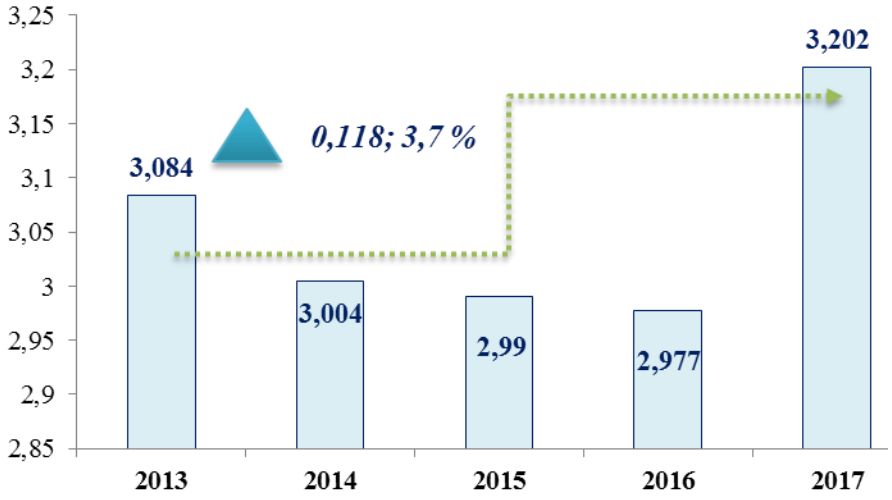

Рис. 4. Динамика показателя «сброс сточных вод», тыс. м^3

Сбросы стоков в объемах возросли на 3,7 %, что также является незначительной величиной по сравнению с 2013 годом, но в 2014-2016 гг. шла динамика по снижению показателя, это связано с перестройкой технологического процесса и закрытием части производств.

– Показатели потребления энергии

Показатели использования различных типов энергии в компании представлены в табл. 7.

Таблица 7. Динамика показателя
«потребление энергии», МВт•ч

Наименование показателя	2013	2014	2015	2016	2017	Отклонение 2013/2017
Покупная энергия	648	650	677	738	835	187
Уголь	114	96	127	126	105	**-9**
Мазут	123	115	121	121	116	**-7**
Газ	1,406	1,36	1,375	1,391	1,482	0,076

Подводя итоги опыта компании Хенкель, необходимо отметить, что компания ведет социализацию своей как технологической, так и логистической деятельности, но в то же время ряд показателей по выбросам окиси углерода и оксидов азота от логистической деятельности вносит значительный вклад в углеродный след общемирового масштаба и не находится в пределах нормы.

Зарубежный опыт создания транспортно-логистических центров

В настоящее время произошло усиление совместных транспортно-логистических процессов между странами в условиях постоянного расширения ВТО, что открыло доступ к экономически выгодным ресурсам. Показатель «процент транзитных логистических центров» в разрезе стран Европы представлен в табл. 8.

Таблица 8. Процент транзитных логистических центров
стран Европы [13]

Наименование страны	% транзитных логистических центров в стране
Голландия	40
Франция	31
Германия	25
Центральная и Восточная Европа	30

Средний оборот Европейского рынка приблизительно достигает 600 млрд евро в год.

Транспортные задачи Евросоюза сводятся к следующему [13]:

1.Развитие инвестиционной деятельности для осуществления логистических проектов.

2. Формирование наиболее быстрых, эффективных информационных, логистических, складских, производственных систем.

3. Создание технологий, позволяющих автоматизировано отслеживать отправления, осуществлять наиболее рациональную загрузку автотранспорта,

систем электронного документооборота и использовать международные стандарты и нормативы.

4.Улучшение процессов таможенного досмотра транспортных средств в соответствии с общим мировым опытом.

5.Формирование логистических сетей и систем для крупных транснациональных структур для их более эффективного взаимодействия.

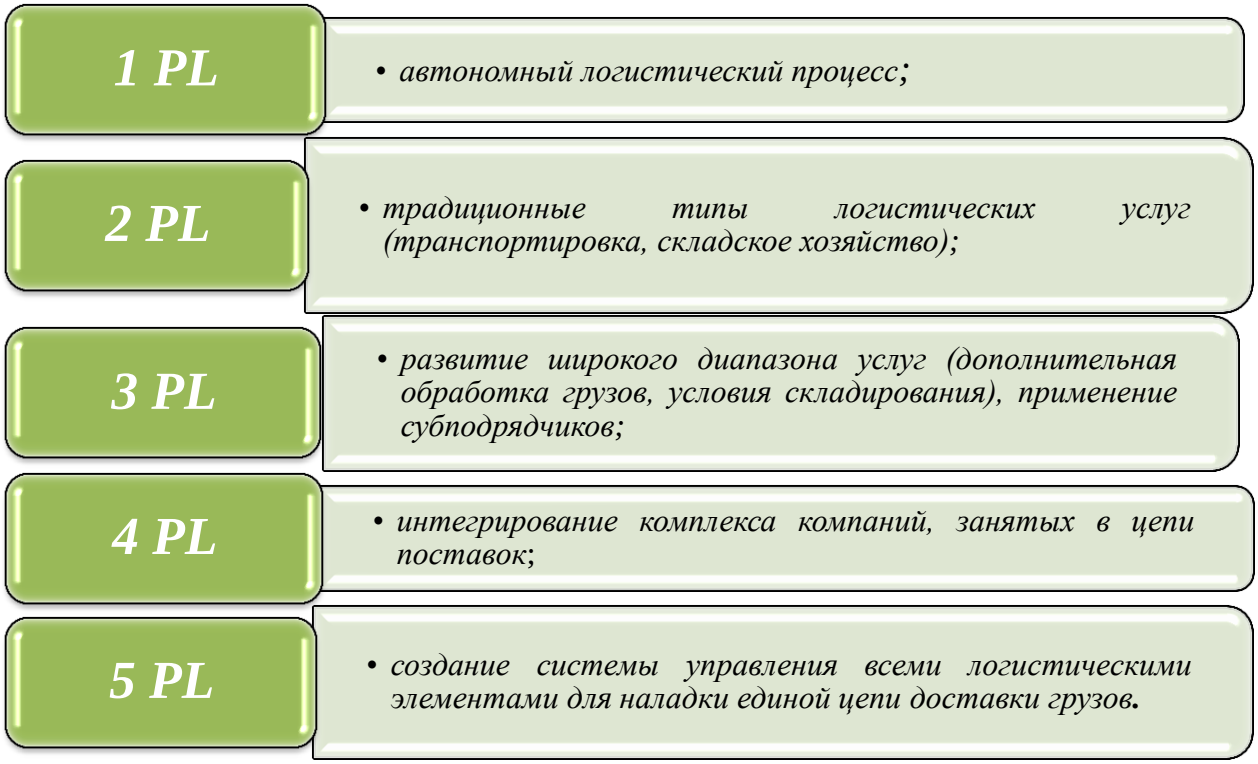

Рис. 5. Классификация операторов логистических услуг [49]

Использование данной классификации позволяет создать кластеры в регионах, которые впоследствии соединят процессы перевозок, подвижного состава и инфраструктуры единой транспортной системы региона в дальнейшей перспективе перехода к глобальному рынку.

Немецкая логистическая модель характеризуется серьезной государственной поддержкой и инвестиционными вложениями транспортных компаний. Схема построения логистической сети выглядит следующим образом: Министерство транспорта проводит сравнительный анализ картины грузоперевозок и их маршрутизации, и на этой основе выдаются разрешения на строительство крупных терминальных комплексов. Далее рекомендации о размещении направляются в правительственные земельные органы, при одобрении заявки Правительство выделяет стартовые средства, составляющие 10-15 % от общей стоимости проектных работ. Власти города, которые согласились реализовать проект, получают дополнительную субсидию и предоставляют льготы предпринимателям, которые планировали бы участие в проекте [49]. Транслогистические центры формируются в основном на западном и иностранном капитале. Многие

российские логистические компании входят в эти холдинги, к наиболее значимым компаниям международного рынка логистики относятся: DPWN, UPS, TNT, Panalpina, FM Logistic, Kuhne&Nagel, Gedios, Gefco, Вельц, Шенкер, Fraans Maas и др. (это более 40 компаний).

В Российской Федерации в логистическую среду все более активно внедряются механизмы государственно-частного партнерства, то есть в дальнейшем планируется формирование крупных логистических центров и парков, которые будут обслуживать мультимодальные перевозки по маршрутам «Азия – Европа» и в обратном порядке [49].

Проект «MAG»−логистика [49]

Данный проект предполагает создание конкурентоспособного провайдера, который будет оказывать комплексные логистические услуги, позволяющие сформировать транспортную инфраструктуру на межнациональном уровне (основные площадки города России и страны СНГ).

Основная цель проекта «MAG»−логистика: создать имущественные базы в основных городах Российской Федерации с задействованием инфраструктуры, что позволит впоследствии создать международные складские комплексы, осуществлять транспортировку грузов международного значения. Основной упор будет сделан на складские комплексы и их обслуживание. При успешном внедрении данного проекта в дальнейшей перспективе будет создан холдинг с совокупным доходом примерно 250 млн долл. США в год. К основным городам-участникам проекта относятся: Москва и Московская область, Екатеринбург, Санкт – Петербург, Ростов на Дону, Казань, Красноярск, Волгоград, Иркутск, Омск, Казань, Самара и др. [49].

Согласно планам проекта, логистические центры будут базироваться в 15 городах Российской Федерации, объем инвестиций должен составить 1 млрд долл. Реализацией данного проекта будут заниматься компании: Авалон, Raven Russia Holding [49].

Отметим, что видимого эффекта от реализации транснациональных логистических компаний в мире пока не наблюдается, в настоящее время единственным успешно реализующимся логистическим проектом является ТРАСЕКА (Transport Corridor Europe Caucasus Asia) – создание евро-азиатского транспортного коридора. Страны-участники проекта: Азербайджан, Армения, Болгария, Грузия, Казахстан, Кыргызстан, Молдова, Румыния, Таджикистан, Туркменистан, Турция, Узбекистан, Украина. Годовой товарооборот между Европой и Азией более 2 трлн долл., а доля транспортных расходов составляет 200 млрд долл. США [49].

Таким образом, мировой опыт показывает, что внедрение логистических 3-4PL – провайдеров без государственной поддержки практически невозможно [49].

1.2. Классификация транспортных средств по степени и видам негативного воздействия на окружающую среду

Транспортный комплекс Санкт-Петербурга представлен разнообразными видами транспорта, его охват и распространение отражено на карте-схеме, представленной ниже.

Рис. 6. Транспортный комплекс Санкт-Петербурга

Таким образом, транспортные сети охватывают всю территорию города, а также близлежащие районы Ленинградской области.

Согласно данным межправительственной группы экспертов, на транспортно-логистические системы приходится приблизительно около 13 % всех выбросов парниковых газов [33].

Таблица 9. Структура выбросов двуокиси углерода
в разрезе транспортных средств в мировом масштабе

Наименование вида транспорта	Общий диапазон выбросов CO_2, мегатонн в год
Автотранспорт	0 − 1,7
Морской транспорт	1,7 − 2,1
Воздушный транспорт	2,1 − 2,2
Железнодорожный транспорт	2,2 – 2,25
Логистические центры	2,25 − 2,9

В общем виде структура транспорта представлена на рис. 7.

Рис. 7. Классификация экологических последствий функционирования транспортных систем [21]

Универсальная формула расчета эффективности:

$$E = R / Z, \quad (1)$$

E – эффективность;
R – полезные конечные результаты;
Z – затраты.

С учетом теории устойчивого развития она будет выглядеть следующим образом:

$$E = f(C,T, \grave{\varepsilon}), \quad (2)$$

C – вектор экономических процессов;
T – вектор социальных факторов;
$\grave{\varepsilon}$ – вектор экологических процессов.

Таблица 10. Расчет эффективности на транспорте согласно теории устойчивого развития

Эффективность на транспорте, Е		
Экономическая	Социальная	Экологическая
Ценовая доступность транспорта	Мобильность	Экологическая безопасность
Анализ динамики стоимости транспортных услуг в связи с изменением доходов населения	Анализ времени на передвижение жителей по городу, по пути на работу, потери времени на простои в пробках	Оценка воздействия всех видов транспорта на окружающую среду и здоровье населения

Основная логистическая деятельность в Российской Федерации осуществляется 5 видами транспорта, которые подразделяются на: автомобильный, железнодорожный, водный (включая морской и речной), воздушный (военная и гражданская авиация) и трубопроводный транспорт.

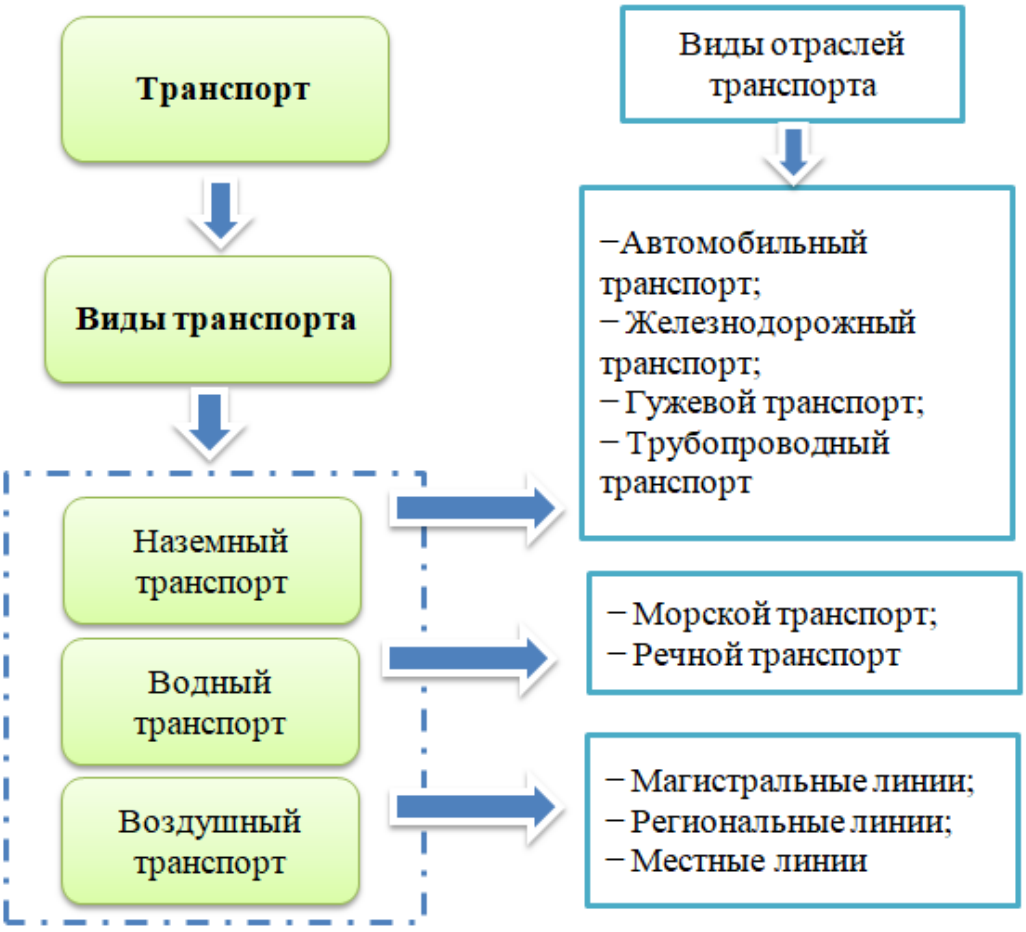

Рис. 8. Классификация транспортных систем

Транспортная система Санкт-Петербурга включает в себя все виды транспорта:

1. *Автомобильный транспорт*, основные проблемы использования которого – низкая пропускная способность транспортной сети, рост спроса на транспортные средства, что приводит к перегрузкам дорог и пробкам на них, неудобная система паркингов и отсутствие автоматических оплат парковочных мест и неразвитость нормативной базы в части логистической деятельности.
2. *Воздушный транспорт*. Положительными моментами являются: высокая скорость доставки, данный тип транспорта не зависит от физико-географических особенностей территории страны, легко перестраивается при изменении параметров перевозок. К недостаткам относятся: зависимость от изменений погодных условий, малая вместимость блоков для перевозки, удалённость аэропортов от города, шумовое загрязнение. Ближайшими перспективами развития транспортных структур является увеличение скоростей полета и сокращения времени транспортировки [15].
3. *Водный транспорт*. В Санкт-Петербурге значительное количество портов, общий грузооборот которых составляет 15 % от общероссийского. Тренды развития морских и речных перевозок – это стабильность и доступность транспортной сети для массового характера перевозок [1].
4. *Железнодорожный транспорт*. Для России железнодорожные перевозки лидируют в связи с возможностью доступа в труднодоступные районы России. Особенностью данного вида транспорта является его регулярность и значительные скорости, также отмечается низкая себестоимость перевозок. Отрицательным моментом является низкая обновляемость подвижного состава.
5. *Трубопроводный транспорт*. Используется для транспортировки природных ресурсов: нефти и газа, для увеличения поставок необходимо увеличивать пропускную способность трубопроводов. Необходимо разрабатывать более прочные конструкции и материалы для осуществления транспортировки, отметим также слабую автоматизацию трубопроводного транспорта – на сегодняшний день применяются лишь датчики-контроллеры [34; 42].

Если рассматривать классификацию транспортных систем по габаритности, то можно выделить следующие (рис. 9):

Рис. 9. Классификация транспортных средств

1.Легковой транспорт − это транспортные системы высотой до 2 м.

2.Среднегабаритный транспорт – это машины и кузовные автомобили с высотой от 2 до 2,6 м.

3.Грузовые автомобили и автобусы – высота их составляет более 2,6 м.

Общая классификация общегородского транспорта представлена на рис. 10.

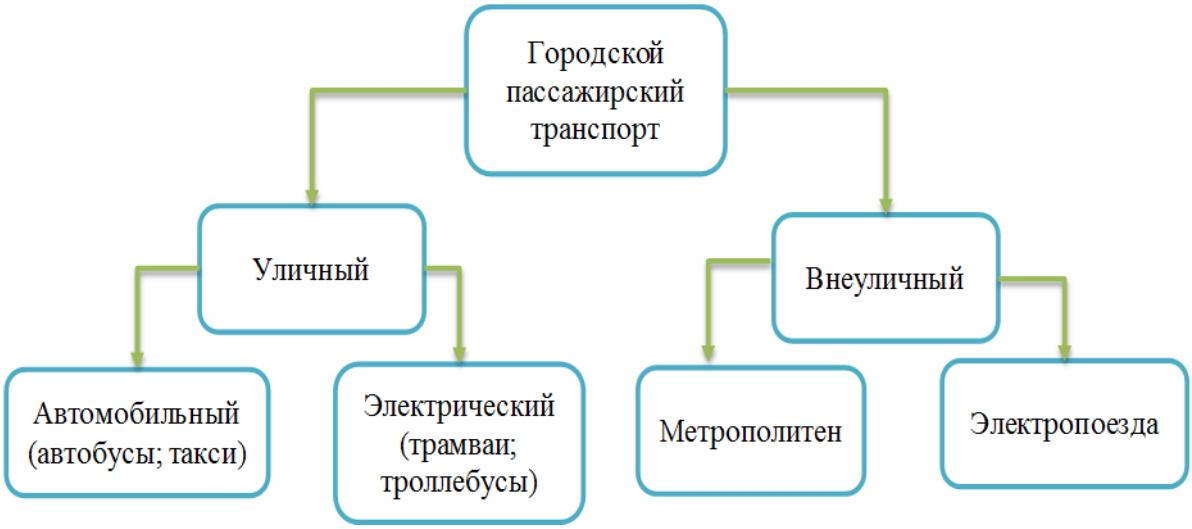

Рис. 10. Структура городского пассажирского транспорта

Наиболее экономичным в плане логистической деятельности является железнодорожный транспорт. Основная себестоимость железнодорожных перевозок складывается из затрат на закупки и ремонт подвижного состава, рельсов, станций и депо. Таким образом, чем больше путь и расстояние, на которое транспортируется продукция, тем ниже величина постоянных затрат.

Таблица 11. Сравнительные характеристики видов транспорта [9]

Показатель	Виды транспорта				
	Железнодорожный	Водный	Автомобильный	Воздушный	Трубопроводный
Пропускная способность	Высокая	Неограниченная	Невысокая	Малая	Ограниченная
Стоимость перевозок	Низкая	Низкая	Средняя	Высокая	Различная
Скорость перевозок	Высокая	Низкая	Высокая	Очень высокая	Очень высокая
Регулярность перевозок	Стабильная	Иногда ограниченная	Управляемая	Зависимая	Постоянная
Дальность доставки	Внутриконтинентальная	Межконтинентальная	Небольшая	Очень большая	Протяженная
Точность поставки	Невысокая	Невысокая	Высокая	Невысокая	Высокая
Объем перевозок	Большой	Большой	Небольшой	Небольшой	Большой
Уровень специализации перевозок	Высокий	Самый высокий	Средний	Низкий	Отсутствует
Наличие выбора перевозчиков	Ограничен	Небольшой	Большой	Ограничен	Отсутствует

Особенностью грузооборота железнодорожного транспорта является перевозка нефти и бензина в специализированных цистернах, для этого нефть перерабатывается на сортировочных станциях [47].

Авиационный транспорт характеризуется высокой скоростью перевозок и доставок, а вертолеты используются при обслуживании труднодоступных районов России. Основными характеристиками этого вида транспорта являются: высокий грузооборот и грузоподъемность, возможность его применения при небольших объемах перевозок, удобство для скоропортящейся продукции (логистические перевозки живых цветов, скоропортящихся продуктов питания). «Лоукостинг» применяется для решения проблем транспортной деятельности за счет снижения тарифов, которое обеспечивается сокращением затрат на обслуживание.

Таблица 12. Классификация воздушного транспорта

Тип классификации	Подразделение
По классам от вида взлетной массы	А) вне класса – без ограничения по массам перевозок; Б) 1-й класс свыше 75 т; В) 2-й класс – 30-75 т; Г) 3-й класс – 10-30 т; Д) 4-й класс – менее 10 т.

Окончание табл. 12

Тип классификации	Подразделение
По характеру эксплуатации	− воздушные суда авиации общего назначения (АОН); − воздушные суда авиации коммерческого назначения.
По дальности полета	− от 1000 до 2500 км – ближнее магистральное; − от 2 500 до 6 000 км – среднее магистральное воздушное судно; − от 6000 и более − дальнее магистральное воздушное судно.
Подразделение международных полетов	▪ Выполняемые по расписанию или регулярные; ▪ Разовые рейсы делятся на чартерные и специальные.

В структуре затрат на авиаперевозки превалируют переменные затраты.

Трубопроводный транспорт в первую очередь характеризуется значительными переменными затратами в общей структуре издержек. Причинами значительных постоянных издержек для этого вида транспорта является то, что денежные средства расходуются на прокладку трубопроводов, строительство насосных систем и автоматизацию управления трубопроводами [47].

Если обобщить все вышеперечисленные положения, можно систематизировать развитие транспортной инфраструктуры города с 1997 по прогнозируемый 2020 г. Отметим, что транспортные системы претерпели значительные изменения: были построены автодороги, такие как ЗСД и КАД, морской порт и аэровокзал, а также реконструированы другие логистические системы городской инфраструктуры. Конечным итогом развития транспортных систем к 2020 г. должен стать переход к «интеллектуальным» и «умным» транспортным системам, позволяющим автоматизировать и диспетчеризировать транспортные процессы.

Таким образом, система инфраструктуры города будет планомерно развиваться, поэтому государству необходимо вкладывать значительные инвестиции в строительство транспортных систем, их реконструкцию и учитывать потребности в дальнейшем развитии.

Транспортный сектор представлен разнообразными видами транспорта, которые для их дальнейшего эффективного развития должны применять инновационные технологии и внедрять передовые методы, позволяющие транспортным системам становиться экономичными, экологичными, социально-доступными; обеспечивать безопасность и качество перевозок как грузов, так и пассажиров.

Рис. 11. Динамика развития территориальной транспортной системы Санкт-Петербурга

1.3. Характеристика основных эколого-экономических проблем Санкт-Петербурга, непосредственно связанных с логистической деятельностью региона

Транспортная система города характеризуется следующими показателями [2]:

1) общая площадь городской территории: 1 439 км^2;

2) протяженность уличной дорожной сети города составляет 3 711 км;

3) уровень автомобилизации 318 авто на 1000 жителей.

Схематичное расположение транспортных магистралей представлено на рис. 12.

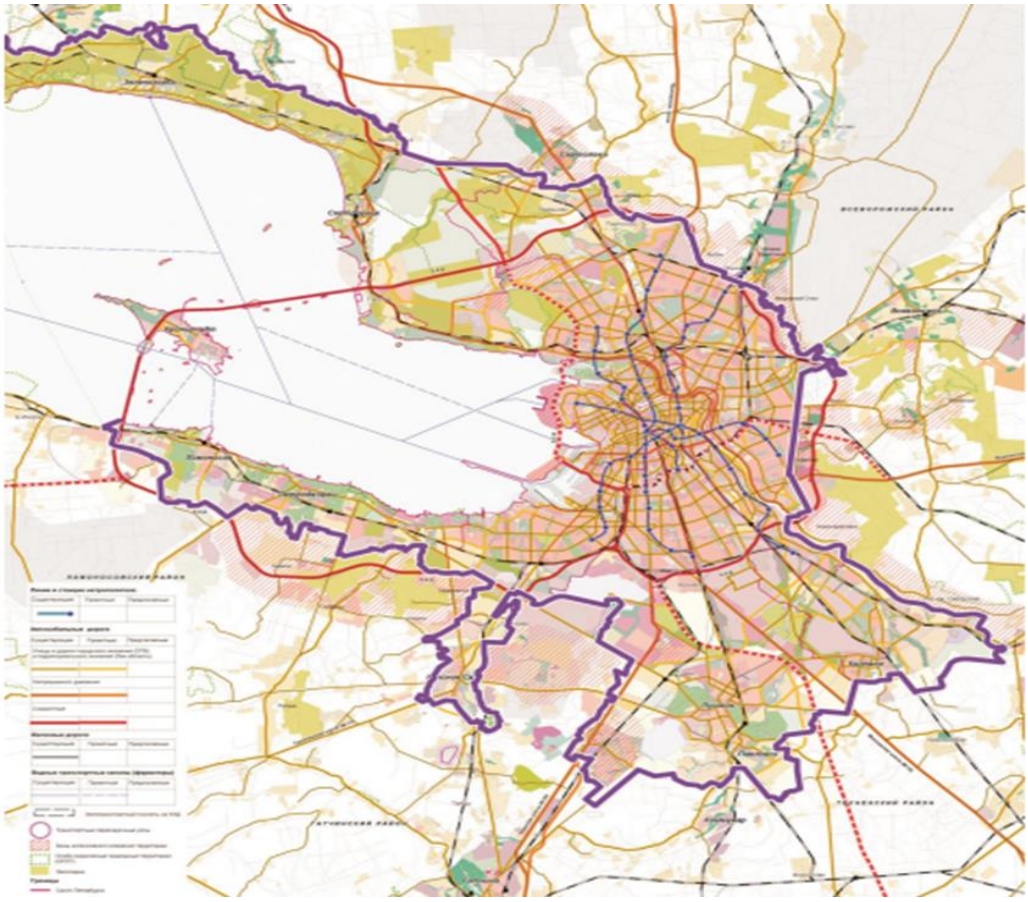

Рис. 12. Карта-схема транспортного комплекса Санкт-Петербурга

Согласно рис. 12, транспортная сеть города достаточно развита, но не систематизирована, что вызывает значительные проблемы в построении наиболее рациональной инфраструктуры. Проблемные аспекты структуры транспортной и дорожной сети представлены на рис. 13.

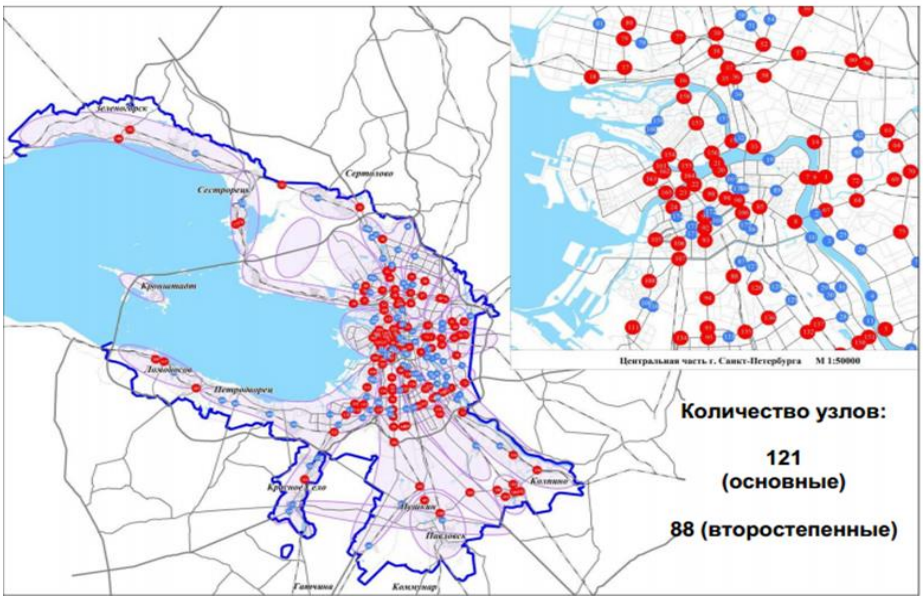

Рис. 13. Проблемные участки и узлы на улично-дорожной сети Санкт-Петербурга [2]

Таким образом, город обладает значительным количеством транспортных узлов: к основным относится 121 узел, к второстепенным – 88 узлов. Такое количество транспортных узлов свидетельствует о том, что город расширяется, но при этом также образуются пробки и заторы, что отрицательно влияет на социальное и экологическое состояние города.

Основные проблемы транспортного комплекса Санкт-Петербурга сводятся к следующему [2]:

- Достаточно низкая надежность передвижения по сети дорог города, происходящая из-за пробок, отсутствие альтернативных маршрутов следования и перегрузка транспортных путей.
- Слишком низкое качество пространства уличных и дорожных сетей города.
- Значительная перегрузка городского пространства автомобильным транспортом.
- В настоящее время развитие городской инфраструктуры отстает от резко меняющихся условий среды города и потребностей государства и общества.
- Затруднённый переход к новой социально-экономической модели развития населения и города.
- Сокращение инвестиционных вложений в промышленный комплекс и высокотехнологичные производства.

Общая протяженность уличных и дорожных магистралей составляет 3 711 км, средняя плотность сетей автодорог составляет 2,6 км на 1 км^2. В структуре сети 86 % занимают коммуникационные объекты, которые относятся к застройке, а сами дороги составляют 14 % [2]. Одним из наиболее перспективных направлений развития является создание скоростных транспортных связей по маршруту «Москва – Хельсинки», а

также создание новых более надежных и защищенных видов морских грузовых перевозок. Для гражданской авиации – развитие транспортных сетей к терминалам аэропорта «Пулково». Также планируется рост использования транспортных средств, что связано с их увеличением; значительно поднялись требования к комфортности передвижений. Необходимо отметить тот факт, что в часы пик из-за пробок скорость движения составляет 5-10 км / ч.

При анализе «Комплексной транспортной схемы Санкт-Петербурга» были определены «проблемные зоны» в дорожной сети по следующим факторам [2]:

1) Низкая пропускная способность индивидуального транспорта.

2) Значительные проблемы в движении общественного транспорта. Например, маршрутные такси часто занимают участки, предназначенные для общественного транспорта и нарушают движение.

3)Недостаточная пропускная способность пешеходов – инфраструктура города не учитывает проблемы перемещений пассажиропотоков.

Решением транспортных проблем населения является развитие общественного транспорта, а также строительство необходимого количества терминалов для магистральных видов транспорта. Недостаточно оперативная работа общественных транспортных структур снижает мобильность населения, мешает развитию отдельных транспортных участков.

По гражданской авиации проблемные аспекты сводятся к следующему:

1. Недостаточная развитость авиации в регионе, за счет отсутствия перелетов в Ленинградскую область и города Псков, Новгород и Петрозаводск.

2. Нет отлаженной логистической деятельности в части разрешения транспортного сообщения аэропорта «Пулково».

3. Недостаточность логистических мощностей, позволяющих развивать грузовые авиаперевозки и увеличивать грузооборот.

Основными проблемами авиаперевозок являются [50]:

1. Медленное обновление парка авиасудов (в настоящее время в эксплуатации компаний находится лишь 1,8 % новых типов транспортных средств).

2. Авиатранспорт является дорогостоящим (средняя стоимость одного воздушного судна составляет 10-50 млн долл. США).

3. Ограничение спроса перевозок за счет ограничения емкостей перевозимых грузов.

4. Малая автоматизация способов оплат, проект «электронный билет» в Российской Федерации составляет около 2 %, в то время как в США составляет 97,3 %, в КНР – 94,9 %, в Европейских государствах это значение достигает 89 %.

5. Внесение значительного вклада в величину углеродного следа в мировых масштабах.

По железнодорожному транспорту комплекс проблем заключается в следующем:

1. В настоящее время в сфере железнодорожного транспорта отсутствует развитие «бюджетного сегмента перевозок».

2. Не разработаны транспортные узлы, которые позволяли бы интегрировать железнодорожный и внутригородские виды транспорта.

3. Железнодорожная инфраструктура должна в дальнейшем обеспечивать промышленные комплексы в пределах КАД доступными развязками и транспортными средствами.

4. Технико-экономические параметры по загруженности площадок при перевозке грузов в морской порт железнодорожным транспортом отсутствуют.

Комплекс проблем в части использования водного транспорта в городе:

1.Не разработана единая инфраструктура и нет механизмов регулирования грузооборота морского и речного транспорта.

2.Мало мест стоянки, выгрузки, бункеровки при значительном судообороте и загруженности транспортных путей.

3. Значительный возраст судов и их быстрое старение за счет смены марок.

Проблемы, связанные с развитием автомобильного транспорта в городе и автодорог:

1.Нет мобильного и оперативного терминала для междугородних автобусных маршрутов.

2.Значительная загрузка кольцевой автодороги и необходимость строительства как дополнительных путей и развязок, так и строительства новой КАД.

3.Нет единства по грузовым магистралям и осуществлению правомерного грузопотока.

4. Образование транспортных пробок и заторов на подъездах к городу, требуется дорогостоящая реконструкция автодорог.

Таким образом, транспортная система города требует значительной модернизации и внедрения принципов интермодальных перевозок в практику деятельности города, а также ряда новых подходов, в том числе экологических.

2. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ ГОРОДА

2.1. Исследование влияния автомобильного транспорта на окружающую среду в Северо-Западном регионе

Автомобильный транспорт в современных условиях развития Северо-Западного региона играет ключевую роль, осуществляя логистический процесс в условиях территориально-ограниченной региональной сети. Транспортная система является особой частью общей системы многоотраслевого хозяйства.

Автомобильный городской транспорт имеет особое влияние на городскую экономическую среду, являясь активным элементом процессов воспроизводства, а также оказывает существенное влияние на рациональность размещения мест приложения труда, обмена ресурсами и продуктами труда и на эффективность производства в целом [43].

В настоящей работе при исследовании транспортной системы был использован логистический подход, предложенный Х.Ю. Эльдархановым [43], при котором данная система рассматривается как структурированная, а сам перевозочный процесс как выполнение логистических задач операторов и объектов инфраструктуры, взаимодействующих посредством логистических связей, что позволит оптимизировать процесс предоставления транспортных услуг, обеспечить удовлетворение потребностей различных категорий граждан на основе рационального использования уже имеющихся экономических ресурсов.

Исследование транспортной системы Санкт-Петербурга

Санкт-Петербург является крупнейшим транспортным узлом России, занимая второе место после Москвы.

В Санкт-Петербурге при численности населения в 5,2 млн жителей автопарк составляет 1 665 300 машин.

На каждую тысячу автомобилистов приходится 319 легковых транспортных средств передвижения, машину имеет каждый 3-й человек. Средний возраст автопарка 12,5 лет.

В табл. 13 представлено процентное распределение парка легковых автомобилей на 1 июля 2017 г. (по данным Федеральной службы государственной статистики [45]).

Таблица 13. Структура парка легковых автомобилей
по Санкт-Петербургу на 01.07.2017 г.

Парк легковых автомобилей	Структура, %
ЕВРО-4 и выше	40
SUV (внедорожники)	21
Дизельные	4,7
Иномарки	34,3
Зарегистрировано: новых, с пробегом	 24,5 75,5

Что касается парка автобусов, то в Санкт-Петербурге насчитывается около 13,7 тыс. шт. данного вида транспорта. Средний возраст парка 15,5 лет, причем 46 % всех автобусов в возрасте старше 15 лет. В табл. 14 представлена структура парка автобусов на 01.07.2017 г. (по данным Федеральной службы государственной статистики [45]).

Таблица 14. Структура парка автобусов
по Санкт-Петербургу на 01.07.2017 г.

Парк автобусов	Структура, %
ЕВРО-4 и выше	15
Дизельные	46
Иномарки	27
Прочие	12
Зарегистрировано: юр. лица, общественные	 72 28

Парк грузовых автомобилей насчитывает порядка 214 тыс. шт. Средний возраст практически достигает 20 лет, причем две трети автомобилей – старше 15 лет. В табл. 3 представлена структура парка грузовых автомобилей на 01.07. 2017 г. (по данным Федеральной службы государственной статистики [45]).

Таблица 15. Структура парка грузовых автомобилей
по Санкт-Петербургу на 01.07.2017 г.

Парк грузовых автомобилей	Структура, %
ЕВРО-4 и выше	14,3
Дизельные	66
Иномарки	19,7
Зарегистрировано: юр. лица, гос. предприятия	 53 47

Перечень наиболее популярных моделей транспортных средств, по данным "Автостат Инфо", представлен в табл. 16 [45].

Таблица 16. Рейтинг автотранспортных средств Санкт-Петербурга

Модель	Продажи, шт.
Легковые (рынок СПб)	
KIA Rio	46 158
LADA Granta	41 996
LADA Vesta	34 595
Hyundai Solaris	32 745
Hyundai Creta	24 143
Voskswagen Polo	21 718
Renault Duster	19 809
Toyota RAV4	16 016
LADA XRAY	15 453
Chevrolet Niva	14 436
Renault Kaptur	14 141
Toyota Camry	13 984
Skoda Rapid	13 936
LADA Largus	13 687
Renault Sandero	13 472
Renault Logan	13 334
LADA 4x4	13 025
KIA Sportage	12 800
Voskswagen Tiguan	12 048
Skoda Octavia	10 779
Грузовые автомобили (рынок России)	
KAMAZ 43118	5 861
Mercedes Actros	5 062
GAZ Gazon Next	4 989
KAMAZ 65115	4 730
KAMAZ 6520	4 507
Volvo FH	4 397
DAF Trucks XF Series	3 553
MAN TGS	3 109
Scania R	2 072
Scania G	1 901
Автобусы (рынок России)	
ПАЗ 3205	3 224
ПАЗ 3204	787

Окончание табл. 16

ЛиАЗ 5292	684
Модель	Продажи, шт.
ЛиАЗ 4292	602
ПАЗ 4234	476
НЕФАЗ 5299	464
МАЗ 203	458
ПАЗ 3203	407
КАВЗ 4238	209
Волжанин 5270G	161

Особое место в транспортной системе любого города занимает общественный транспорт.

В Санкт-Петербурге общественный транспорт представлен трамваями, автобусами и троллейбусами – наземный транспорт и вагонами метро – подземный транспорт. Количество единиц техники общественного транспорта города и объемы транспортной работы представлены в табл. 17 [4].

Таблица 17. Общественный транспорт Санкт-Петербурга

Наименование техники	Количество единиц техники, шт.	Объем транспортной работы, тыс. км
Вагоны метро	1 711	213 080
Трамвайные вагоны	789	34 362
Троллейбусы	634	28 679
Автобусы	2 591	159 604

По состоянию на 2017 г. в городе 336 городских автомагистралей, включающих 2134 участка автомагистралей. Протяженность дорог в городе насчитывает более 4 тыс. км. Вокруг города расположена кольцевая автомобильная дорога, протяженностью 142,15 км.

В Санкт-Петербурге расположена первая в России платная внутригородская магистраль скоростного движения – Западный скоростной диаметр (ЗСД).

Согласно данным, представленным в отчете «Западный скоростной диаметр. Нетехническое резюме» и «Комплексная оценка воздействия на окружающую и социальную среду для строительства Центрального участка Западного скоростного диаметра», ЗСД имеет следующие технические параметры [3]:

- общая протяженность – 46,6 км;
- на искусственных сооружениях – 26,7 км;
- количество транспортных развязок – 9 (+4);
- количество полос: 4-8;

- максимальная разрешенная скорость движения – 110 км/ч;
- средняя интенсивность движения – более 100 тыс. автомобилей в сутки.

На рис. 14 представлена схема прохождения ЗСД.

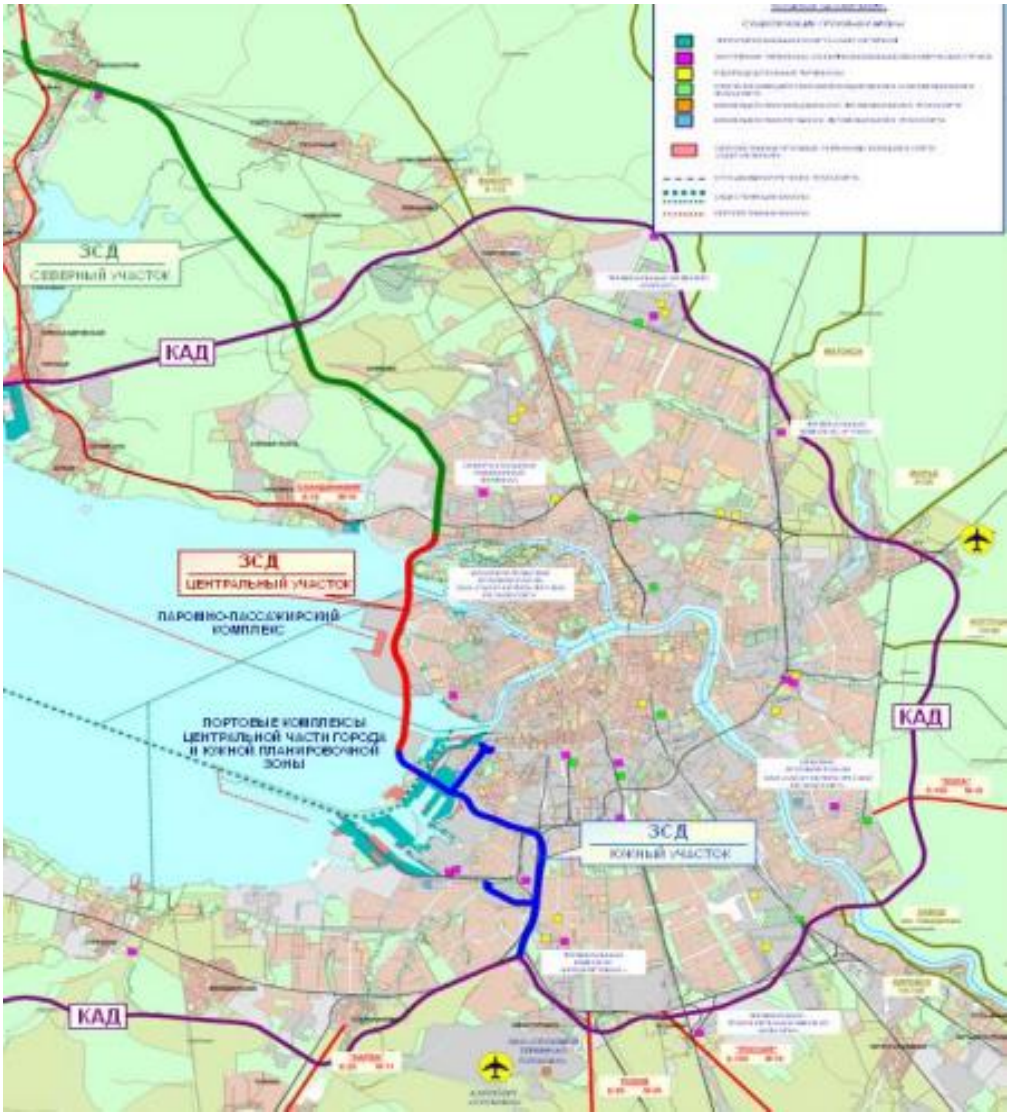

Рис. 14. Схема прохождения Западного скоростного диаметра

Строительство ЗСД официально началось в декабре 2005 г. Первый участок, обеспечивающий подключение 3 и 4-го районов морского порта и проспекта Стачек, был открыт 30.10. 2008 г. В 2010 г. состоялось открытие движения до транспортной развязки с Благодатной улицей. 10.10. 2012 г. было открыто движение по всему южному участку ЗСД до набережной реки Екатерингофки. 02.08. 2013 г. открыто движение по северному участку от Приморского проспекта до трассы Скандинавия. 04.12.2017 г. открыли движение на последнем (центральном) участке и на всём ЗСД [3].

ЗСД решает важнейшую федеральную задачу полноценного транспортного обеспечения Морского порта Санкт-Петербурга. Строительство ЗСД также обеспечивает автотранспортную доступность

пассажирского паромного комплекса на намывных территориях Васильевского острова, позволяет разгрузить центр города и в результате добиться снижения выбросов в центре на 14 %.

Строительство и эксплуатация ЗСД связаны с возникновением ряда угроз окружающей среде и здоровью населения:

- изменение среды обитания,
- влияние на качество поверхностных вод,
- нарушение грунта,
- транспортный шум и вибрация (акустические экраны, шумозащитное остекление и озеленение),
- загрязнение атмосферного воздуха (регулировка скорости и оптимальный скоростной режим, а также особый режим строительства и некоторые запреты).

Темпы роста количества автовладельцев и объема перевозок создают проблему образования пробок и заторов на дорогах. Наиболее подвержены данному явлению следующие районы Санкт-Петербурга:

- Центральный район,
- Калининский район,
- Петроградский район,
- Выборгский район,
- Фрунзенский район,
- Кировский район,
- Красногвардейский район,
- Красносельский район,
- Московский район,
- Невский район,
- Приморский район,
- Адмиралтейский район,
- Василеостровский район.

На рис. 15 представлена карта-схема с указанием районов образования пробок.

Согласно данным карты, наибольшие «пробки» характерны для центра города, а также для зоны «Петроградская сторона»; в основном транспортные заторы в городе характерны для участков пересечения транспортных узлов и магистралей.

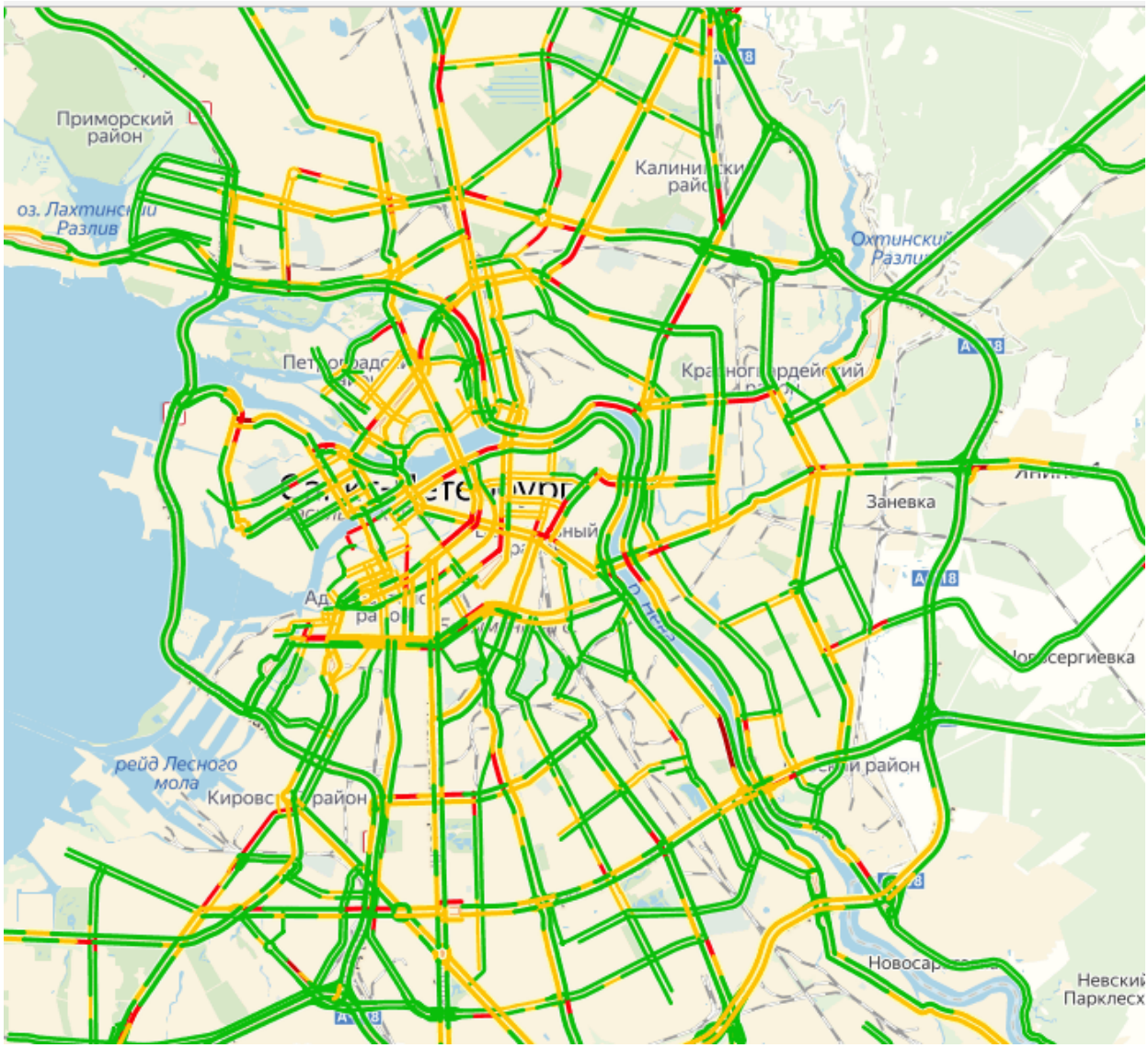

Рис. 15. Карта пробок в реальном времени
(статистика за последние годы – будние дни 18:00-19:00):
зеленый цвет – пробки 1 балл;
красный – пробки 8 баллов [3]

В Санкт-Петербурге насчитывается 167 автотранспортных предприятий, организовано 1 885 коммерческих стоянок автотранспорта.

В настоящий момент в Северной столице работают 14 городских и 14 перехватывающих парковок общей емкостью 1 247 мест для размещения легковых автомобилей в Выборгском, Калининском, Кировском, Красногвардейском, Московском, Невском, Фрунзенском и Центральном районах [51]. Кроме того, на городских автостоянках в Петродворцовом районе организовано 378 мест для размещения автобусов.

В конце 2017 г. построены две новые городские автостоянки на улицах Пилотов и Толмачевской. В 2018 г. созданы три новые перехватывающие и три городские автостоянки, в 2019 г. – запланированы четыре перехватывающие и одна городская автостоянка, в 2020 г. – четыре перехватывающие и две городские автостоянки. Также сформирована

программа развития сети перехватывающих автостоянок на 2018-2022 гг., предусматривающая в общей сложности создание 15 новых перехватывающих автостоянок на 1 600 машиномест [47]. На рис. 20 отмечено расположение городских и коммерческих стоянок и парковок (источник – «ГИС автостоянки»).

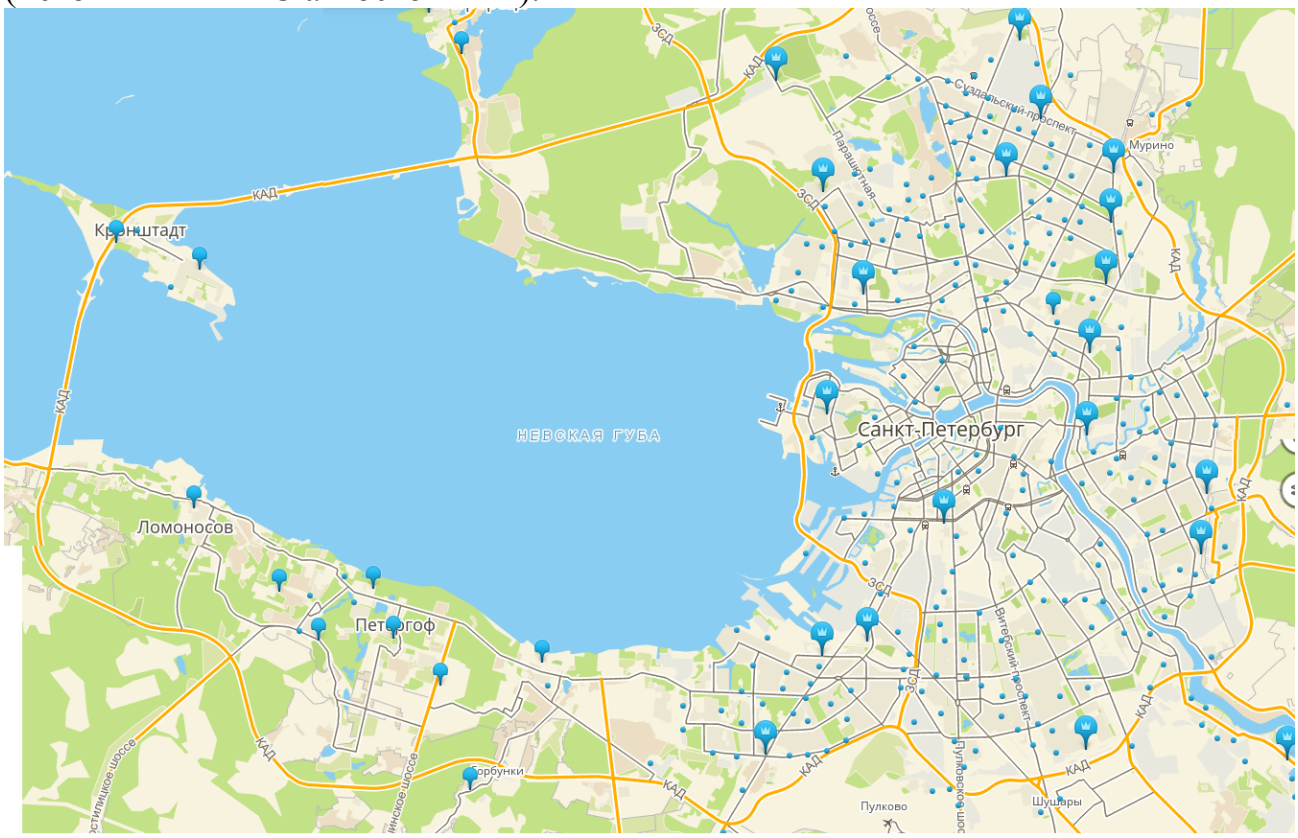

Рис. 16. Карта-схема расположения городских и коммерческих стоянок и парковок

Важным аспектом учета влияния автотранспортного потока является объем потребления топлива. В связи с увеличением количества транспортных средств и объемов перевозок наблюдается увеличение объема потребленного топлива в Санкт-Петербурге.

Статистические данные спроса на различные виды топлива представлены в табл. 18 [51].

Таблица 18. Спрос на различные виды топлива

Топливо	2015 г.		2016 г.		2017 г.	
	Спрос, млн тонн	% к предыдуще-му году	Спрос, млн тонн	% к предыдущему году	Спрос, млн тонн	% к предыдущему году
Бензин	35,8	-1,8	35,7	-0,3	36	+0,8
Дизель	28,6	+2,4	31,3	+9,4	31,8	+1,6
Газойлив-ные топлива	–	–	42,8	+2	43,9	+2,6

Таким образом, динамика показателей использования топлива за 2017 год отражает положительные тенденции по всем видам топлива, наиболее популярными в использовании стали газойливные топлива (рост на 2,6 % к предыдущему году).

«Вклад» автотранспорта в загрязнение атмосферного воздуха Санкт-Петербурга

Эксплуатация автотранспорта связана с выделением огромного количества загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Автомобили работают на топливе, содержащим большое количество нефтепродуктов, при сгорании которых выделяются выхлопные газы. Всего в составе выхлопных газов обнаружено более 200 химических веществ. Выбросы вредных веществ от автомобильного транспорта включают в себя: оксид углерода (CO), летучие органические вещества, оксиды азота (NO_x), углекислый газ (CO_2), взвешенные вещества. Эти вещества, выделяемые двигателями автомобилей, скапливаются в атмосферном воздухе в большом количестве, особенно вблизи крупных автомагистралей.

Кроме выхлопных газов, в атмосферный воздух попадают твердые частицы, образующиеся при резком торможении автомобиля. Причем при резком торможении наибольшее негативное влияние на атмосферный воздух идет не от газов, выделяемых при сгорании топлива, а из-за взаимодействия дороги и колес автомобилей. При таком торможении автомобиль оставляет след от шин. В этот момент трение между дорожным покрытием и шинами автомобиля столь велико, что приводит к истиранию колодок, дисков сцепления машин, износу резины (до 1,6 кг/год на один автомобиль) и поверхности дорог. Все это сопровождается выделением в воздух мелких частиц резины и металлов, а также крупиц асфальта. Эта мелкая пыль остается в воздухе над загруженными дорогами / магистралями в большом количестве. Также этот процесс истирания является причиной плохого качества дорожного покрытия, которое постоянно разрушается из-за больших перепадов температур. При истирании тормозных колодок в воздух попадают медь, ванадий, молибден, никель, хром. При износе покрышек - кадмий, свинец, цинк.

Наибольшее количество загрязняющих веществ выбрасывается при разгоне автомобиля, так как в этот момент двигатель потребляет наибольшее количество топлива, а значит в этот момент выбросы выхлопных газов наиболее интенсивны.

Относительная доля углеводородов и оксида углерода от общей массы выбросов наиболее высока при торможении и на холостом ходу, доля оксидов азота – при разгоне.

Количество выбросов при движении и обслуживании автомобилей распределяется следующим образом: движение автомобилей – 66,57–68,91 %; техосмотр (ТО) и ремонт автомобилей – 17,87–20,4 %;

производство топлива – 11,02 – 11,41 %; производство материалов для ТО и ремонта – 1,8–2,06 %. Как видно, доля выбросов при ТО и ремонте АТС приблизительно равна 1/3 от выбросов при движении автомобилей, а производство топлива – 1/6 от выбросов автомобилей [48].

В табл. 19 представлены удельные выбросы загрязняющих веществ для различных групп автотранспорта на 1 км пробега.

Таблица 19. Количественный состав выбросов от автотранспорта

Группа а/т	Выбросы,г/км						
	O	NO2	CH	Сажа	SO_2	Формальдегид	Бенз(а)пирен
Легковые	3,5	0,9	0,8	$0,7•10^{-2}$	$1,5•10^{-2}$	$3,2•10^{-3}$	$0,3•10^{-6}$
Автофургоны и микроавтобусы	8,4	2,1	2,4	$3,8•10^{-2}$	$2,8•10^{-2}$	$8,4•10^{-3}$	$0,8•10^{-6}$
Грузовые от 3,5 до 12 т	6,8	6,9	5,2	0,4	$5,1•10^{-2}$	$2,2•10^{-2}$	$2,1•10^{-6}$
Грузовые свыше 12 т	7,3	8,5	6,5	0,5	$7,3•10^{-2}$	$2,5•10^{-2}$	$2,6•10^{-6}$
Автобусы свыше 3,5 т	5,2	6,1	4,5	0,3	$4,2•10^{-2}$	$1,8•10^{-2}$	$1,8•10^{-6}$

Из таблицы видно, что легковые автомобили и микроавтобусы выделяют в атмосферу в наибольшей концентрации атомарный кислород, а грузовые автомобили – диоксид азота. Наименьшие выделения сажи наблюдаются у грузовых автомобилей грузоподьемностью свыше 12 т [36].

В 2016 г. «вклад» автотранспорта в загрязнение воздуха города составил 84,5 %.

Массовый «вклад» автотранспорта в загрязнение атмосферного воздуха по некоторым загрязняющим веществам представлен в табл. 20.

Таблица 20. «Вклад» автотранспорта в загрязнение атмосферного воздуха, тыс.т

Источник	Всего	Твердые	SO_2	CO	NO_x	CH_x	ЛОС	Прочие
Автотранспорт	447,8	0,8	2,1	361,1	37,6	1,9	43,5	0,8

Графическое отображение массы выбрасываемых веществ в соответствующих районах города представлено на рис. 17.

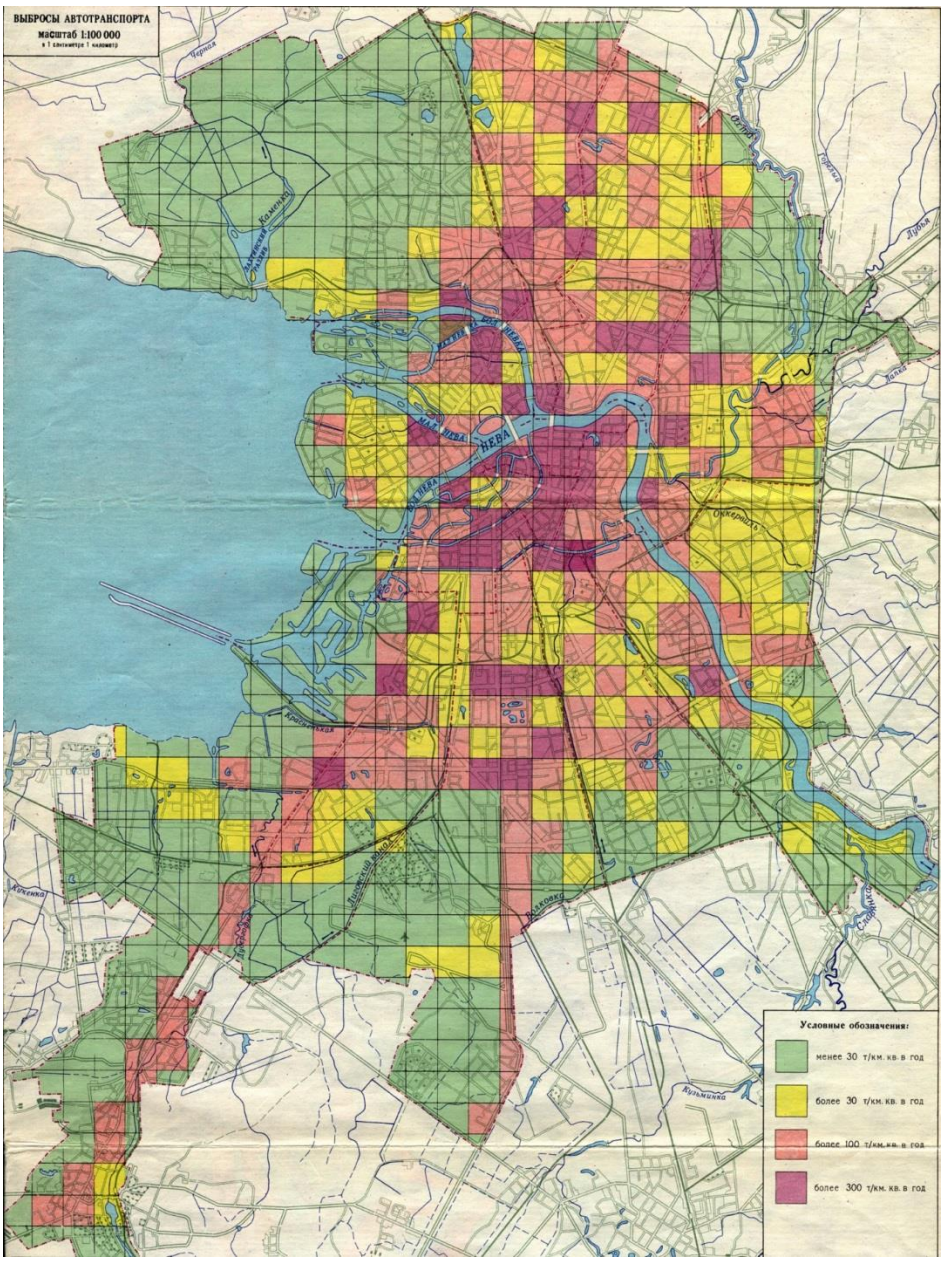

Рис. 17. Карта-схема выбросов автотранспорта в Санкт-Петербурге

Таким образом, наибольший «вклад» в загрязнение атмосферного воздуха в городе получается от оксидов углерода и оксидов азота, а остальные вещества наблюдаются в незначительных количествах.

Шумовое загрязнение Санкт-Петербурга

По оценкам экспертов около 30 % жилых объектов Северной столицы расположено в зонах с повышенным шумовым фоном. Это дома, находящиеся в непосредственной близости к крупным городским автомагистралям. Акустический фон здесь превышает норму почти в 10 раз. В основном, в зону с повышенным уровнем шума попали хрущевки, по закону подлежащие расселению [54].

В районах, где возводятся новостройки, уровень акустического фона превышает норму незначительно, примерно на 10-15 Дб. Это участки, расположенные рядом с главными проспектами Северной столицы — Московским, Лиговским, Невским, КАД и железной дорогой.

Кроме того, шумно в микрорайонах, расположенных недалеко от промышленных зон, а также в юго-западной части города, которая примыкает к аэропорту. Жители таких микрорайонов, как "Сосновая Поляна", "Лигово", "Ульянка" и "Дачное" страдают от шума самолетов, регулярно взлетающих и садящихся в аэропорту Пулково.

В число неблагополучных, с точки зрения зашумленности, попадает и Морская набережная в Василеостровском районе из-за Западного скоростного диаметра.

Всего в Санкт-Петербурге повышенным акустическим фоном отличаются 40 % автомобильных магистралей. В среднем, на каждый район города приходится по 2-3 из них. Самыми шумными районами Северной столицы специалистами признаны:

- Центральный;
- Адмиралтейский;
- Фрунзенский;
- Кировский;
- Петроградский.

Названы и наиболее тихие места Санкт-Петербурга. В список попали в основном окраины: Пушкинский, Выборгский, Курортный, Колпинский и Кронштадтский районы.

Таким образом, автомобильный транспорт – один из потенциально опасных видов транспорта, поскольку вносит значительный вклад в загрязнение атмосферного воздуха из-за выбросов вредных газов, таких как оксиды серы и оксиды азота, также существенно шумовое загрязнение от автотранспорта, влияющее не только на экологические, но и на социальные условия и здоровье жителей города. Также необходимо отметить тот факт, что применение автомобильного транспорта носит массовый характер, то есть каждый 3-й житель Санкт-Петербурга имеет свое транспортное средство, что в итоге не только занимает значительные площади и территории (парковки, автостоянки, некоторые жители ставят машины у жилых домов), но и вносит существенный «вклад» в массовое загрязнение территории, поскольку многие марки автомобилей отрицательно влияют на окружающую природную среду.

2.2. Особенности влияния морского и речного транспорта на городскую среду

Санкт-Петербург является одним из основных морских транспортных центров нашей страны, отсюда отправляется множество пассажирских и грузовых судов как по России, так и зарубеж.

На территории города находится несколько морских портов. Порт Санкт-Петербург является крупнейшей площадкой Северо-Запада России. Практически ежегодно грузооборот повышается практически на 15 %, но это происходит в основном за счет роста грузооборота нефти и нефтепродуктов и значительного роста контейнерных перевозок. Так, за 2013 год «Контейнерный терминал Санкт-Петербург» увеличил грузооборот на 22 % [27]. Общий объем обработки экспортных грузов увеличился на 18 %, а объем импорта вырос на 25 % [27].

Пассажирское морское сообщение осуществляется паромными и круизными судами. Морской вокзал — современный комплекс, в котором также находятся конференц-залы, ресторан, гостиница. Кроме того, близость к городским достопримечательностям, историческому центру, станциям метро и остановкам общественного транспорта делает пассажирский терминал привлекательным для туристов.

Из-за достаточной загруженности и затрудненности входа судов в порт, в 2007 г. было принято решение о реализации проекта «Морской фасад». Этот порт является первым и единственным специализированным пассажирским портом в России. В порту регулярно происходит международное морское сообщение: паромы Norwegian Star, Costa Luminosa, Eurodam, Brilliance of the Seas и т. д.

Также до 2011 г. существовала местная паромная линия между Ломоносовом и Кронштадтом. Из порта Ломоносов по этому маршруту ходили 2 парома ледокольного типа «Андрей Коробицын» и «Николай Каплунов», при этом паромное сообщение производилось круглогодично. В феврале 2011 г. паромная переправа была прекращена, так как был поврежден корпус парома «Андрей Коробицин».

Наибольшую долю перевозок водным транспортом составляют речные перевозки по Неве, связывающей город с Ладожским озером. Ладожское озеро – это конечный отрезок Волго-Балтийского водного пути. В среднем по реке проходит около 7 тыс. кораблей в год. Помимо этого, существуют и различные туристические и экскурсионные перевозки, в частности, всем известные прогулки по рекам и каналам города.

Таблица 21. Сводные данные по характеристике деятельности судов

№ п/п	Морской транспорт	Порты Санкт-Петербурга	Примечания
1	Круизные суда	Пассажирский порт «Морской фасад»	249 причаливаний в год 2017 г. [52]
			260 причаливаний в год 2018 г. [52]

Окончание табл. 21

№ п/п	Морской транспорт	Порты Санкт-Петербурга	Примечания
2	Рыбопромысловые суда	Морской рыбный порт Морской порт «Большой порт Санкт-Петербург» АО «Морской порт Санкт-Петербург» АО "Петролеспорт" АО "Морской торговый порт Усть-Луга"	нет данных
3	Танкеры		
4	Сухогрузы		
5	Контейнеровозы		
6	Буксиры		
	Речной транспорт		
7	Прогулочные теплоходы	Речной пассажирский порт Санкт-Петербурга «Теплоход СПб»	21,5 тыс. причаливаний в 2017 г. [55]
8	Катера		
9	Аквабусы		

С одной стороны, водная транспортная система нашего города является достаточно развитой, но с другой, – повышение ритма жизни, количества горожан и приезжих требуют расширения этой системы.

Пассажирский порт «Морской фасад»

Порт «Морской фасад» – первый и единственный в Северо-Западном регионе России специализированный пассажирский порт, расположенный в Санкт-Петербурге на намывных территориях Васильевского острова. Комплекс порта включает семь причалов общей длиной 2 171,06 м для приема океанских лайнеров длиной до 340 м, три круизных и один специализированный круизно-паромный терминал.

Морской порт «Большой порт Санкт-Петербург»

Порт расположен в Невской губе Финского залива и устьевой части реки Нева.

Границы морского порта установлены распоряжением Правительства Российской Федерации от 20 августа 2009 года № 1225-р. Навигация в морском порту осуществляется круглый год, морской порт осуществляет работу круглосуточно.

В морском порту действует разрешительный порядок движения и стоянки судов в строгом соответствии с «Общими правилами плавания и стоянки судов в морских портах Российской Федерации и на подходах к ним» (Приказ Министерства транспорта России № 463 от 26.10.2017 г.) и

«Обязательными постановлениями в морском порту «Большой порт Санкт-Петербург» (Приказ Министерства транспорта России № 388 от 19.12.2016 г.).

Портовый комплекс морского порта «Большой порт Санкт-Петербург» − это современная система, предоставляющая клиентам и пользователям весь спектр услуг по обслуживанию и снабжению судов, по перевалке и транспортировке грузов на уровне мировых стандартов.

Морской рыбный порт

Исторически важную роль в деятельности порта имела рыбодобывающая и рыбообрабатывающая отрасль. Именно работа в этой отрасли народного хозяйства послужила началом создания объединения, которое занимается ловом рыбы и производством пищевой рыбной продукции. Позже это предприятие было преобразовано в другое объединение. А далее в связи с изменением экономической и политической ситуации в стране, а также в результате проведенной реорганизации ОАО «Морской порт Санкт-Петербург» в феврале 1996 года было зарегистрировано ООО «Морской рыбный порт».

Основным видом деятельности предприятия является обработка и хранение грузов. На территории портового комплекса функционируют 3 терминала по выгрузке генеральных и контейнерных грузов, а также накатной техники. Комплекс располагается на юго-западе города в 4-м грузовом районе Большого порта Санкт-Петербурга. Выгодное расположение порта обусловлено близостью ЗСД и кольцевой автодороги.

АО "Петролеспорт"

АО "Петролеспорт" – одна из крупнейших морских компаний Большого порта Санкт-Петербурга. Входит в группу Global Ports, являющуюся ведущим оператором контейнерных терминалов на российском рынке.

АО "Петролеспорт" имеет удобное территориальное расположение, обеспечивая успешное взаимодействие морского, речного, автомобильного и железнодорожного транспорта. Порт расположен в морской акватории Санкт-Петербурга на островах Гутуевский, Вольный, Гладкий и Гребенка.
Основу грузопотока АО "Петролеспорт" составляют:

– *Контейнеры*

Контейнерный терминал АО "Петролеспорт" – один из крупнейших контейнерных терминалов России. Включен в расписание ведущих океанских и фидерных линий, обеспечивающих регулярное сообщение с узловыми портами Северной Европы: Гамбургом, Роттердамом,

Бременхафеном, Антверпеном, а также большинством портов Балтийского и Северного морей.

– *Паромные грузы*

Паромный терминал АО "Петролеспорт" - современный терминал по обработке грузов «ро-ро» (доставка грузов до автомобилей, тягачей и др.). Связан регулярным паромным сообщением между Большим портом Санкт-Петербурга и базовыми портами, расположенными в западной части Балтийского моря. Осуществляет перевалку легковых и грузовых автомобилей, строительной, сельскохозяйственной, специализированной самоходной, несамоходной техники и других паромных грузов.

– *Лесные и генеральные грузы*

АО "Петролеспорт" также обрабатывает генеральные грузы (металлолом, металлоизделия, черные и цветные металлы, проектные грузы, в том числе тяжеловесное и негабаритное оборудование) и осуществляет перегрузку лесных грузов.

АО "Морской торговый порт Усть-Луга"

АО "Морской торговый порт Усть-Луга" – оператор двух терминалов в порту Усть-Луга: многопрофильного перегрузочного комплекса ЮГ-2 (МПК ЮГ-2) и автомобильно - железнодорожного паромного комплекса (АЖПК).

АО «МТП Усть-Луга» предоставляет клиентам следующие услуги:

- услуги по перевозкам;
- хранение грузов;
- внутрипортовое экспедирование грузов;
- судовое агентирование;
- буксирные услуги.

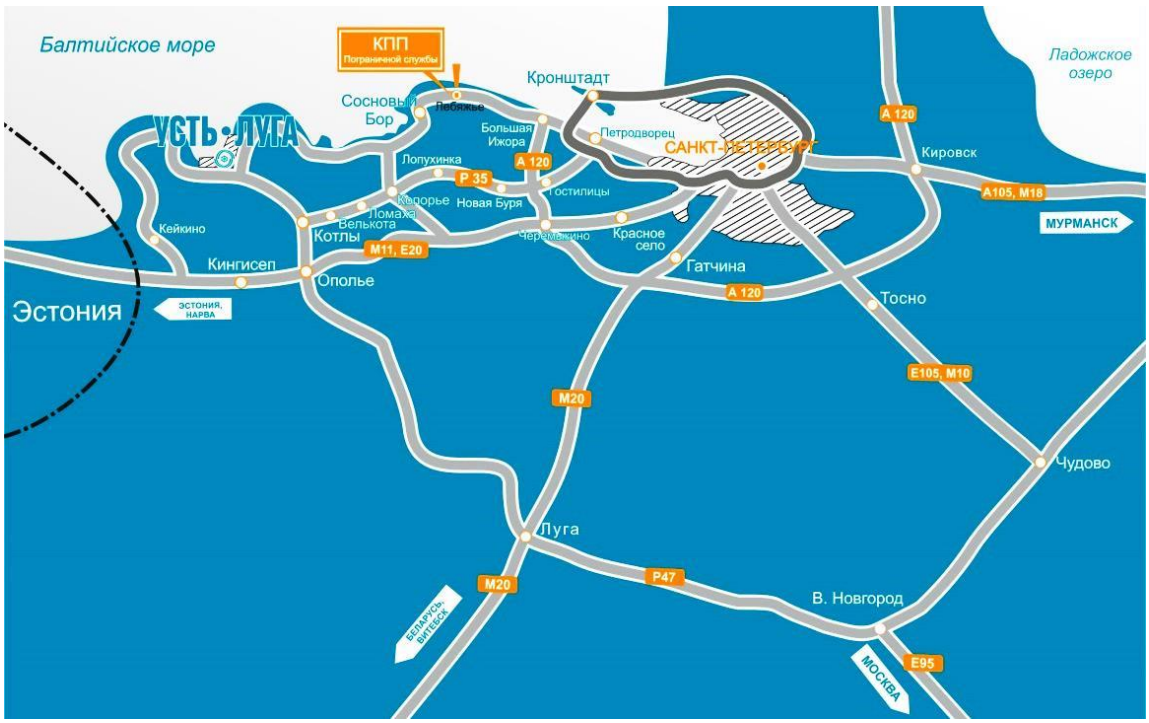

Рис. 18. Расположение АО "Морской торговый порт Усть-Луга"

Таким образом, торговый порт охватывает значительную морскую территорию в направлениях Санкт-Петербурга и Ленинградской области, а также заграничные направления (например, Эстония).

Речной пассажирский порт Санкт-Петербурга

Речной пассажирский порт Санкт-Петербурга оказывает широкий спектр услуг для пассажиров и судов в Уткиной заводи.

За всю историю порта в состав его флота входили различные типы судов: от колесных пароходов до современных судов на воздушной подушке, на подводных крыльях и комфортабельных четырехпалубных круизных теплоходов.

В годы блокады суда Ленинградского пригородного пассажирского пароходства («Александр Невский», «Кремль» и др.) совместно с судами Северо-Западного речного пароходства и кораблями Ленинградской военной флотилии принимали участие в перевозках по легендарной «Дороге жизни», выполняя задания Государственного комитета обороны и Военного совета Ленинградского фронта.

«Теплоход СПб»

Судоходная компания «Теплоход СПб» является одной из ведущих в своей отрасли в Петербурге. Около 10 лет занимается организацией мероприятий различного уровня сложности на теплоходах.

На данный момент у компании «Теплоход СПб» четыре теплохода с различной вместимостью: «Афина» — до 36 человек, «Афродита» — до 40 человек, «Аполлон» и «Гармония» — до 50 человек.

Также на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области осуществляются следующие пассажирские перевозки (табл. 22).

Таблица 22. Сводные данные по линиям движения транспортных средств

Наименование линии	Пункт отправления	Пункт назначения	Время работы	Интервал передвижения	Тип судна
Приморская линия. Перевозчик: ООО "МБС"	Арсенальная наб.	Приморский пр.	с 08:00 до 20:00	10 мин	Hitek 85C taxi (4 судна пассажировместимостью 12 чел.)
Центральная линия ООО "Интер яхт сервис"	Университетская наб.	Свердловская наб.	с 08:00 до 20:00	15 мин	"Стрела-7" (пассажировместимость 12 чел.)
Невская линия ООО "Интер яхт сервис"	Свердловская наб.	Рыбацкий пр.	с 08:00 до 20:00	15 мин	"Ингрия" (пассажировместимость 36 чел.), "Стрела-7" (пассажировместимость 12 чел.).
Пригородная линия	г. Кронштадт, берег Финского залива	г. Ломоносов, Угольная ул.	–	–	–
Курортная линия	г. Санкт-Петербург, Арсенальная наб.	г. Зеленогорск, Гаванная ул. д.1, лит А	из г. СПб: с 08:10 до 18:30, выходные дни с 11:10 до 19:00; из г. Кронштадта: с 07:00 до 17:30, выходные дни с 10:00 до 17:40	–	–

Несмотря на то, что водный транспорт имеет ряд преимуществ перед другими видами транспорта, необходимо выделить следующие недостатки:

Морской транспорт:

- низкая скорость доставки (большое время транзита);
- ограниченность перевозок;
- зависимость от навигационных, погодных и географических условий;
- жесткие требования к упаковке и креплению грузов;
- невысокая частота отправок, необходимость создания сложной почтовой инфраструктуры.

Речной транспорт:

- низкая скорость доставки грузов;
- ограниченность перевозок;
- зависимость от неравномерности глубин водоемов и рек, навигационных условий;
- сезонность;
- недостаточная надежность перевозок и сохранность груза.

Влияние водного транспорта на окружающую среду

Водный транспорт является источником негативного воздействия на окружающую среду. В особенности летом, в связи с большим потоком туристов, речной транспорт приобретает наибольшую популярность. Увеличивается количество выходов прогулочного водного транспорта на территории города, а как следствие – увеличение загрязнения окружающей среды. Из-за отсутствия контроля, недобросовестными судовладельцами осуществляется несанкционированный сброс отработанного топлива в водные объекты Санкт- Петербурга.

Водный транспорт производит выбросы углекислого газа (CO_2), метана (CH_4) и закиси азота (N_2O), а также угарного газа (CO), летучих неметановых органических (ЛНОС), сернистого газа (SO_2), твердых частиц (ТЧ) и оксидов азота (NO_x).

В настоящее время в России в основном все суда работают на судовом дизельном топливе. Применительно к судовым дизелям установлена определенная номенклатура контролируемых параметров, которые определяют их допустимое негативное воздействие на атмосферу:

- удельный средневзвешенный выброс оксидов азота NO_x в приведении к NO_2;
- удельный средневзвешенный выброс оксида углерода CO;
- удельный средневзвешенный выброс суммы углеводородов C_nH_m.

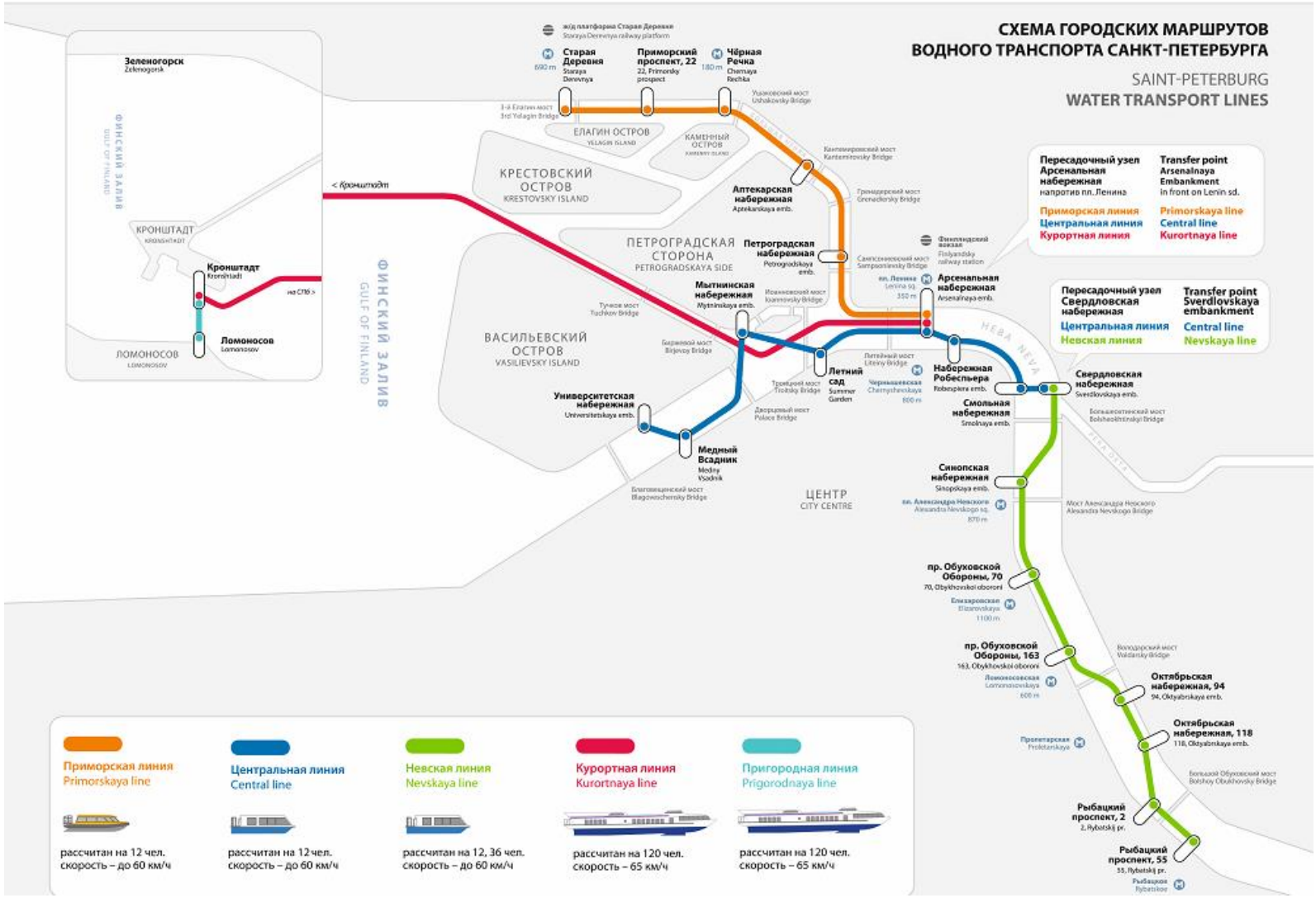

Рис. 19. Карта движения городских маршрутов водного транспорта

Удельный средневзвешенный выброс вредного вещества отработавших газов дизеля отражает количество этого вредного вещества в граммах, приходящееся на 1 кВт·ч эффективной работы дизеля, совершенной им при выполнении полного испытательного цикла (режима испытаний), который имитирует типовые условия эксплуатации. Требования к условиям испытаний и описание всех необходимых процедур надзора за соблюдением данных норм эксплуатации изложены в «Техническом кодексе по выбросам оксида азота NO_x судовыми дизелями». Правило 13 Приложения VI МАРПОЛ-73/78 придает обязательную силу «Техническому кодексу», являются обязательными для всех судов валовой вместительностью 400 т и более и должны выполняться всеми судовладельцами, операторами судов, судостроителями, производителями судовых дизелей и любыми другими пользователями судового энергетического оборудования.

Отрасль морских перевозок имеет значительный потенциал по снижению углеродного следа в окружающей среде.

Примерами эффективного использования морских судов с экологических позиций являются:

1. Компания Maersk Line установила цель к 2020 г. сократить выбросы двуокиси углерода в среднем на 25 % по сравнению с фактическими параметрами последних лет. За счет программы «малый ход» удалось снизить на сегодняшний день выбросы до 10 %.

2. Энергосберегающая программа «Малый ход» была создана в 2007 году и позволила существенно экономить топливо. Сущность заключается в снижении скоростных характеристик, а компенсация роста длительности перевозок происходит за счет увеличения частоты перевозок – на маршруте устанавливается дополнительные мощности в виде дополнительных судов.

3. Компания Maersk Line и Aqualife создали инновационный способ морских перевозок живых лобстеров в специальных контейнерах, что позволило существенно снизить выбросы двуокиси углерода, за счет изменения способа доставки: лобстеров ранее доставляли только самолетами.

Авиация вносит значительно больше выбросов двуокиси углерода, чем контейнерная перевозка грузов.

В 2021 г. Международная морская организация (IMO) планирует объявить Балтийское и Северное моря зоной контроля выбросов оксидов азота NOx - NECA (Nitrogen Emission Control Areas).

Также можно отметить, что в отношении ограничения выбросов оксидов серы SOx эти моря уже объявлены зоной SECA (Sulfur Emission Control Areas) – с 01. 04. 2015 г. предельно допустимое содержание серы в судовом топливе установлено на уровне 0,1 % (по массе).

Очевидно, что данные экологические нормативы уже сегодня оказывают значительное влияние не только на развитие топливного (бункерного) рынка, но и определяют дальнейшее направление развития транспортного судостроения в целом.

Необходимо отметить тот факт, что ведущие мировые судоходные компании в качестве одного из приоритетных решений данной экологической (а также и экономической, с точки зрения судовладельцев) проблемы видят перевод судовых двигателей на экологически чистое топливо – сжиженый природный газ (СПГ). При использовании СПГ в качестве судового топлива отпадает необходимость использования дорогостоящих скрубберов (не требуется очистки отводящих газов (ОГ) от оксидов серы SO_x), химреагентов. СПГ дешевле легкого судового топлива в среднем на 40-50 %, практически не содержит твердых частиц, концентрация оксидов азота NO_x в ОГ снижается практически в 2 раза, повышается моторесурс дизелей [39].

Рис. 20. Направления развития экологичного коммерческого судоходства [29]

Под влиянием ряда факторов, прежде всего экономического, экологического и логистического типов, в настоящее время сформировались три основные направления развития коммерческого судоходства по виду используемых источников энергии: использование низкосернистого дизтоплива, скрубберные технологии использования тяжелого топлива и использование СПГ [29] (рис. 20).

Одной из причин перехода к использованию принципов современного коммерческого судоходства является снижение негативного воздействия на окружающую среду и здоровье людей. Применение «зеленых» технологий позволит снизить антропогенную нагрузку.

Так как Санкт-Петербург является городом с развитым морским и речным сообщением, внедрение новых принципов «зеленых» технологий является актуальным и значимым и позволит существенно улучшить экологическую обстановку.

2.3. Влияние гражданской авиации на эколого-экономическое состояние в регионе

В настоящее время логистическое направление «гражданская авиация» России испытывает бурный рост – ее темпы развития уже в 2-3 раза превышают международные показатели. Согласно «Транспортной стратегии Российской Федерации», ратифицированной на период до 2030 года, данному обстоятельству способствует ряд факторов:

1. Огромная пространственная протяженность воздушных трасс, порядка 532 тыс. км, включая более 150 тыс. км международных трасс.
2. Увеличение реальных доходов населения.
3. Повышение конкурентоспособности воздушного транспорта (на долю авиаперевозок приходится около 23 % дальних перевозок).
4. Развитие внутренних перевозок, прирост которых составляет 17 % за последние несколько лет.
5. Развитие процессов консолидации и интеграции авиапредприятий.

Изначально воздушный транспорт предназначался исключительно для пассажирских перевозок. В настоящее время, в связи со спросом на дальние грузовые перевозки, растет спрос на грузовые перевозки авиационным транспортом, что стимулирует появление самолётов большей грузоподъёмности. По официальным данным на 2017 г., пассажирооборот и грузооборот в России составляют 259 384 951,65 тыс. пасс. км и 7 591 533,51 тыс. т км, соответственно.

В Северо-Западном регионе России также прослеживается тенденция увеличения популярности авиаперевозок как внутренних, так и международных. Крупные аэропорты расположены в Санкт-Петербурге, Мурманске, Архангельске, Нарьян-Маре и других городах. Наиболее развита авиационная деятельность в Санкт-Петербурге.

В настоящее время в городе авиационную деятельность осуществляют 5 юридических и 90 физических лиц. По состоянию на конец 2017 г. в Санкт-Петербурге расположены 42 посадочные вертолетные площадки, 3 посадочные площадки для самолетов, 3 аэродрома государственной авиации: «Левашово», «Пушкин», «Горская», бывший военный аэродром «Горелово», а также аэропорт гражданской авиации «Пулково».

«Пулково» является единственным аэропортом гражданской авиации, обслуживающим город и область, он имеет посты таможенного и пограничного контроля, что обеспечивает возможность осуществления международных рейсов [6].

Правительство Санкт-Петербурга активно поддерживает развитие данной отрасли, разработана «Программа развития авиации общего назначения в Санкт-Петербурге на 2016-2020 годы». Данная Программа одобрена распоряжением Правительства Санкт-Петербурга от 25.08.2016 N 53-рп. Цель Программы состоит в обеспечении устойчивого развития авиации общего назначения и включает следующие задачи:

- сохранение и развитие существующих аэродромов, вертодромов и посадочных площадок;
- упрощение процедуры выдачи разрешений на использование воздушного пространства над Санкт-Петербургом;
- расширение сферы применения авиации общего назначения за счет ее привлечения к решению задач, являющихся общественно значимыми;
- популяризация авиационной отрасли среди детей и молодежи;
- обеспечение мониторинга использования воздушного пространства над Санкт-Петербургом на высотах ниже 450 м.

В связи с нарастающими темпами развития авиационной отрасли в Санкт-Петербурге, остро встает вопрос о характере влияния данной деятельности на состояние компонентов окружающей среды.

Спектр загрязняющих веществ, выделяющихся при работе авиационных двигателей, разнообразен и зависит от типа двигателя и вида (марки) используемого топлива. Среди основных загрязняющих веществ можно выделить оксиды азота, оксиды углерода, углеводороды, частицы сажи, оксиды серы. Кроме перечисленных веществ, в выбросах от двигателей присутствуют газы, вызывающие парниковый эффект: канцерогены и мутагены, частицы металлов, серной кислоты, пары воды и т.п.

Эмиссия веществ при авиаперевозках влияет на изменение аэрозольного и газового состава атмосферы и стратосферы, разрушение озонового слоя, изменение климата, образует кислотные дожди и смог.

Загрязнение атмосферного воздуха Санкт-Петербурга является важной проблемой, но в связи с повышением спроса на экологически безопасные технологии, включая снижение эмиссии загрязняющих веществ от двигателей транспорта, наблюдается положительная динамика изменения количества эмитированных газов в атмосферу города (табл. 23).

Таблица 23. Динамика изменения выбросов вредных газов по Санкт-Петербургу за 2015-2016 гг.

Наименование загрязняющего вещества	CO		NOx		ЛОС		Углерод (сажа)	
Год	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Количество в структуре выбросов, %	0,007	0,006	0,002	0,001	0,005	0,002	0,0001	0,00002

Помимо вредных выбросов, нельзя не отметить «вклад» авиатранспорта в шумовое загрязнение городов: этот тип воздействия приводит к нервным и физическим заболеваниям, снижению слуха, понижению производительности труда, высокой утомляемости.

Вблизи аэропортов и воздушных трасс уровень звуковой мощности достигает 100-110 дБа (норма для жилых зон 55 дБа). При этом ширина акустического дискомфорта достигает нескольких километров. Согласно некоторым исследованиям, авиационный шум при взлете Ил-76, Ил-86 с максимальным уровнем 75 дБа фиксируется на расстоянии более 10 км от аэропорта. Источником шумового воздействия при этом являются возмущения воздушных и газовых потоков, создаваемые работой двигателей, а также вспомогательные силовые установки [38].

В связи с особенностью негативного влияния гражданской авиации необходима комплексная оценка, позволяющая определить верный путь развития экологических стратегий для охраны компонентов окружающей среды и здоровья населения.

Общие тенденции в гражданской авиации

Развитие гражданской авиации в транспортной инфраструктуре России объясняется огромной площадью страны.

Гражданская авиация, помимо пассажиро- и грузоперевозок, выполняет функции связи отдаленных регионов, таких как Сибирь, Европейский Север, северо-восточная и островная части Дальневосточного региона.

Общий экономический рост, реструктуризация отрасли, либерализация рынка внутренних воздушных перевозок благоприятно способствуют ежегодному росту авиаперевозок (табл. 24.).

Таблица 24. Показатели развития гражданской авиации в России до 2020 г.

Показатель	Факт 2016 г.	Факт 2017 г.	Факт 2018 г.	Прогноз 2019 г.	Прогноз 2020 г.
Пассажирооборот, млрд пасс. км	232,21	226,62	242,3	261,99	267,1
Количество перевезенных пассажиров, млн чел.	51,775	56,042	60,559	62,044	63,505
Внутренний грузооборот, млн т / км	808,353	803,377	738,542	673,707	608,905
Перевезено грузов внутренними авиалиниями, тыс. т	257,16	240,69	224,22	207,76	191,29

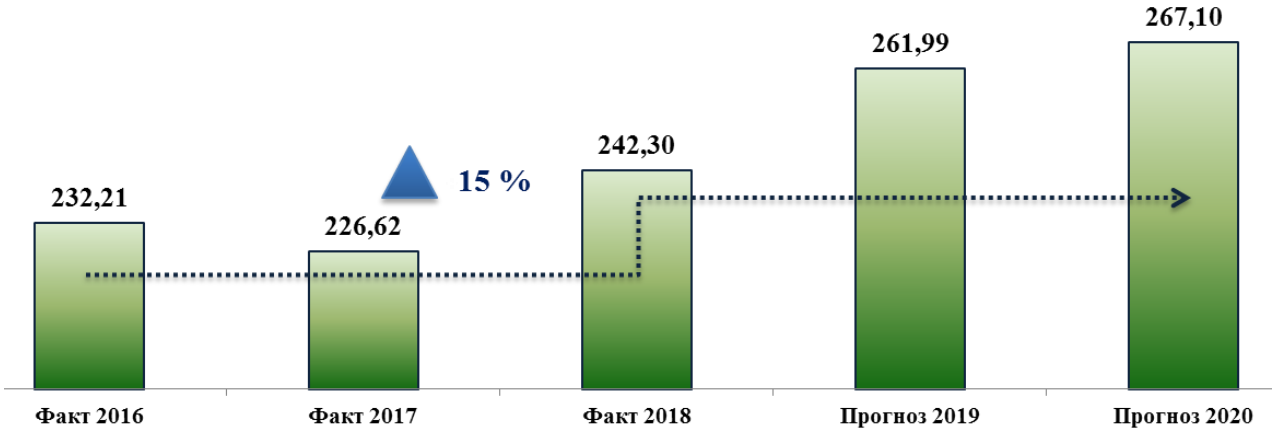

Рис. 21. Изменение пассажирооборота в России до 2020 года, млрд пасс. км

В условиях увеличения спроса на авиаперевозки возрастает уровень негативного воздействия на компоненты окружающей среды.

Согласно результатам исследования парниковых газов в Санкт-Петербурге, проведенного НИИ «Атмосфера» в 2012 г., около 10 % вносит гражданская авиация.

Вопрос снижения эмиссии парниковых газов рассматривается на глобальном уровне. Так, например, Международная ассоциация воздушного транспорта (IATA) предлагает ряд мер по снижению к 2050 г. эмиссии CO_2 на 50 % относительно уровня 2005 г. В качестве природоохранных мероприятий выделяют обновление парка и использование биотоплива. По подсчетам IATA, к 2020 г. для сокращения эмиссии CO_2 авиакомпаниям придется затратить на новые воздушные суда 1,5 трлн долл. Помимо

глобальной стратегии снижения вредных выбросов, организацией IATA была разработана дорожная карта, позволяющая оптимизировать маршруты и значительно снизить расход топлива воздушным транспортом.

Программы по снижению вредного воздействия также разрабатываются и внедряются в рамках аэропортов. Экологическая политика аэропортов включает ряд различных мероприятий:

- соблюдение санитарно-защитных зон;
- сокращение задержек рейсов;
- наличие водоотводных систем;
- исключение простоев самолетов с работающими двигателями;
- сокращение времени ожидания разрешения на посадку в воздухе;
- проведение мониторинга за состоянием акустической обстановки.

По мере роста интенсивности воздушного движения растет эффективность подобных мероприятий.

Существует множество положительных примеров внедрения аспектов экологической политики.

Так, например, с 2005 г. в "Шереметьево" внедрены стандарты системы экологического менеджмента в соответствии с требованиями международных стандартов серии ISO 14000. Результатами реализации программы стало:

- масса загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух снизилась в 1,6 раз;
- объем отходов производственной деятельности аэропорта снизился в 1,3 раза;
- платежи за негативное воздействие на компоненты окружающей среды сократились в 2 раза.

На базе аэропорта успешно функционируют очистные сооружения поверхностных сточных вод, а также идет строительство площадок для обработки воздушных судов противообледенительной жидкостью.

Для эффективного использования природных ресурсов и сокращения негативного воздействия планируется строительство мусоросортировочного комплекса.

Аэропорт "Шереметьево" стал первым в России, который разработал и утвердил в Роспотребнадзоре проект обоснования санитарно-защитной зоны (СЗЗ) и зоны санитарных разрывов.

В рамках производственного экологического надзора за ухудшением качества компонентов окружающей природной среды на территории

аэропорта, в соответствии с утвержденным планом-графиком, проводятся измерения уровня акустического воздействия и состояния атмосферного воздуха.

Международный аэропорт Самары "Курумоч" также ведет активную работу, связанную с внедрением экологических программ. На сегодняшний день аэропорт реализует следующие программы:

- "Программа производственного контроля за соблюдением санитарных правил и экологических требований при обращении с отходами ОАО "Международный аэропорт "Курумоч".
- "Программа производственного контроля питьевой воды, сточных вод КСБО, поверхностных сточных вод на объектах ОАО "Международный аэропорт "Курумоч".
- "Проведение измерений и анализов на источниках выбросов вредных веществ в атмосферу" совместно с ФГУ "Центр лабораторного анализа и технических изменений по Приволжскому федеральному округу".

Первым этапом реализации вышеперечисленных экологических проектов аэропорта «Курумоч» была произведена оценка влияния работы аэропорта на состояние окружающей среды с учетом существующей и перспективной интенсивности движения самолетов, а также дальнейшего развития. На данный момент осуществляется строительство современных очистных сооружений ливневых сточных вод. Для сбора отработанной противообледенительной жидкости предусмотрено строительство площадок, оснащенных специализированным оборудованием.

Не менее активно вопросами охраны окружающей среды занимается аэропорт "Толмачево", расположенный в г. Новосибирске. В аэропорту успешно функционирует система формирования ежегодных планов мероприятий по охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности. Ключевым направлением системы является организация и осуществление производственного экологического контроля и мониторинга за качеством сточных вод, объемом пылевыделения, контролем накопления опасных отходов и подтверждением их класса опасности. В рамках внедренной системы особое внимание уделяется актуализации нормативно-технической документации по оценке степени негативного воздействия видов производственной деятельности на компоненты окружающей среды.

Аэропорты по всей России активно следуют тенденции экологизации своей деятельности, так, например, аэропорт г. Читы разработал и утвердил проект предельно допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу,

проект санитарно-защитной зоны, а также получил разрешение от Департамента Росприроднадзора на выброс вредных веществ в атмосферу. Челябинским аэропортом внедрена программа снижения авиационного шума на территории, прилегающей к аэропорту. Программа снижения количества выбросов загрязняющих веществ и изменения баланса отходов в сторону меньшего класса опасности позволила аэропорту в г. Астрахань снизить объем платежей в 1,5-2 раза.

Что касается международного опыта внедрения экополитики в рамках авиапредприятий, то можно выделить содействие авиакомпании Qatar Airways в деятельности программ, направленных на решение проблем изменения климата на планете, заключающееся в следующих мерах:

- сотрудничество с регионами в рамках системы торговли эмиссионными квотами Европейского союза;
- оптимизация маршрутов;
- энергосбережение при подготовке к взлету и посадке.

В качестве «зеленых» технологий в авиации, помимо природоохранных мероприятий в аэропортах, возможно использование ресурсосберегающих технологий. Например, в международном аэропорту Англии EAST MIDLANDS AIRPORT для выработки энергии активно применяются ветровые электростанции, а также используется энергия подземных вод. При этом одним из приоритетных направлений развития руководство аэропорта выделяет сохранение природы вокруг территории аэропорта.

Общая информация об аэропорте «Пулково»

Аэропорт «Пулково» имеет статус Международного аэропорта федерального значения Северо-Западного федерального округа Российской Федерации, является единственным аэропортом Санкт-Петербурга, обслуживающим официальные рейсы. Расположен в 15 км от центра Санкт-Петербурга. По количеству перевезенных пассажиров Пулково занимает четвёртое место в России, уступая трём московским аэропортам, а также является базовым для авиакомпании «Россия». Петербургским аэропортом "Пулково" с 2010 г. управляет международный консорциум ООО "Воздушные ворота Северной столицы" (ВВСС).

По данным официальных источников пассажирооборот Пулково на 2017 г. составил рекордные 16 млн пасс. [44]. На внутренний пассажиропоток приходится порядка 10 млн пассажиров, а взлетов-посадок совершено более 152 тыс.

На данный момент пассажиропоток обслуживает централизованный аэровокзал, включающий в себя 2 здания – «Пулково-1» и «Пулково-2», количество взлетно-посадочных полос – 2. Также в аэропорту работает центр деловой авиации «Пулково-3» со своим аэровокзалом. На территории аэропорта функционируют 4 парковки и 3-уровневое здание паркинга. С восточной стороны к терминалу подведены съезды к Пулковскому шоссе.

С учетом прогнозного роста пассажиропотока до 35 млн человек к 2040 году планируется модернизация и реконструкция аэровокзала «Пулково-2», включающая развитие логистического узла и центра грузовых авиаперевозок.

В рамках экологической политики аэропорта «Пулково» осуществляется оптимизация системы обращения с отходами с применением раздельного сбора отходов как в зданиях аэровокзалов, так и в подразделениях предприятия, минимизация объемов образования отходов, повышение процента выделения вторичных ресурсов, эксплуатация электростанции комбинированного цикла на основе газотурбинного оборудования, модернизация парка автотранспортных средств наземного обслуживания (приобретение гибридного транспорта для транспортировки багажа и электромобилей, где это целесообразно).

На базе аэропорта регулярно проводится мониторинг экологического воздействия на воздушную, водную среду, почву, замеры шумового воздействия. В аэропорту действуют очистные сооружения ливневых стоков и разработана усовершенствованная система мелиорации и дренажа.

Важным направлением экологической политики является снижение уровня шумового воздействия воздушных судов и снижение выбросов парниковых газов.

Мероприятия по снижению уровня шумового воздействия включают в себя:

- оптимизацию схемы взлета и посадки по инструкции проведения полета;
- увеличение высоты векторного захода на посадку;
- выведение из парка авиакомпаний устаревших и шумных моделей самолетов, таких как ТУ-134, ТУ-154Б, ТУ-154М, ЯУ-42 и ИЛ-76;
- использование в ночное время суток (с 23:00 до 7:00) определенной взлетно-посадочной полосы, расположенной дальше от жилых районов.

Мероприятия по снижению уровня выбросов парниковых газов позволят аэропортам в дальнейшей перспективе изменить ряд принципов

работы: сделать упор на экологическую составляющую, отладить организационные и технологические процессы, изменить подход к обслуживанию и работе с пассажиро- и грузопотоками.

Анализ компаний-перевозчиков, действующих в Санкт-Петербурге

Лидерами среди российских авиакомпаний по объему авиаперевозок в Пулково в первом квартале 2018 г. стали «Россия», «Аэрофлот», S7 Airlines, «Победа» и «Уральские авиалинии». В сумме они обслужили в аэропорту 1 979,5 тыс. человек или 62,3 % общего пассажиропотока Пулково за указанный период.

Среди иностранных перевозчиков крупнейшими авиакомпаниями в аэропорту стали Lufthansa, «Белавиа», Uzbekistan Airways, Emirates и Air Astana. Эти перевозчики встретили на своих бортах 244 961 пассажира Пулково или 7,7 % общего объема перевозок из аэропорта за 1 квартал 2018 г.

Всего в аэропорту Пулково осуществляют перелеты 72 авиакомпании в 155 направлениях.

Направления рейсов, осуществляемых с аэропорта Пулково, указаны на рис. 22.

Рис. 22. Направления рейсов аэропорта Пулково

Самыми востребованными маршрутами Пулково по объему пассажиропотока за I квартал 2018 г. являются Москва, Сочи, Екатеринбург, Калининград, Ростов-на-Дону. По международным направлениям самыми

востребованными являются Дубай, Минск, Франкфурт-на-Майне, Париж, Мюнхен.

Регулярные рейсы выполняются по следующим направлениям:

Санкт-Петербург – Москва (ежедневно), авиакомпания – Аэрофлот, самолет А-320;

Санкт-Петербург – Минск (ежедневно), авиакомпания – Белавиа, самолет CRJ2;

Санкт-Петербург – Москва – Баку (ежедневно), авиакомпания – AZAL, самолет Е190;

Санкт-Петербург – Рига – Мюнхен (ежедневно), авиакомпания – Аэрофлот, самолет А-320.

2.4. Аспекты влияния железнодорожного транспорта на экологическую обстановку города

Железнодорожный транспорт (далее по тексту − ЖДТ) представлен колёсными транспортными средствами, которые передвигаются по рельсовым путям. С помощью ЖДТ осуществляются грузовые и пассажирские перевозки. Железные дороги по назначению классифицируются на дороги общего пользования, промышленные и городские (метрополитен, электрички, трамваи).

Основная себестоимость железнодорожных перевозок складывается из затрат на закупки и ремонт подвижного состава, рельсов, станций и депо. Таким образом, чем больше путь и расстояние, на которое транспортируется продукция, тем ниже величина постоянных затрат. Особенностью грузооборота железнодорожного транспорта являются перевозки нефти и бензина в специализированных цистернах, для этого нефть перерабатывается на сортировочных станциях.

Железнодорожный транспорт является достаточно ёмким: с его помощью осуществляется огромный объём пассажирских и грузовых перевозок, и в то же время он является одним из крупнейших потребителей энергоресурсов: на ЖДТ расходуется до 10 млрд кВт•ч электроэнергии и более 33 млн т у.т. ежегодно.

Согласно статистике, доля железнодорожного транспорта в обеспечении грузовых перевозок с каждым годом неуклонно растет (табл. 30). В 2017 г. грузооборот ЖДТ составил 2493 млрд т/км, что занимает 45,5 % в общем объеме грузооборота России [41].

Кроме того, ЖДТ осуществляется более трети пассажирских перевозок.

Таблица 25. Динамика грузооборота железнодорожного транспорта России, млрд т/км

Год	Все виды транспорта	Железнодорожный	Доля грузооборота ж/д транспортом, %
1995	3533	1214	34,4
2000	3638	1373	37,7
2005	4676	1858	39,7
2010	4752	2011	42,3
2011	4915	2128	43,3
2012	5056	2222	43,9
2013	5084	2196	43,2
2014	5077	2298	45,3
2015	5089	2305	45,3
2016	5198	2344	45,1
2017	5482	2493	45,5

Крупнейшим транспортным узлом в России является узел Северо-Западного федерального округа «Санкт-Петербург-Ленинградская область». Протяженность железных дорог узла составляет около 3 тыс. км, из которых 70 % дорог в настоящее время электрифицированы.

- ✓ Степень развитости движения железнодорожного транспорта на период проведения чемпионата мира (ЧМ) по футболу

Концепция развития железнодорожной инфраструктуры разработана с учетом Стратегии развития ЖДТ Российской Федерации и Программы развития скоростного движения (рис. 23). Концепция одобрена в 2011 г. на заседании Совета АО «РЖД».

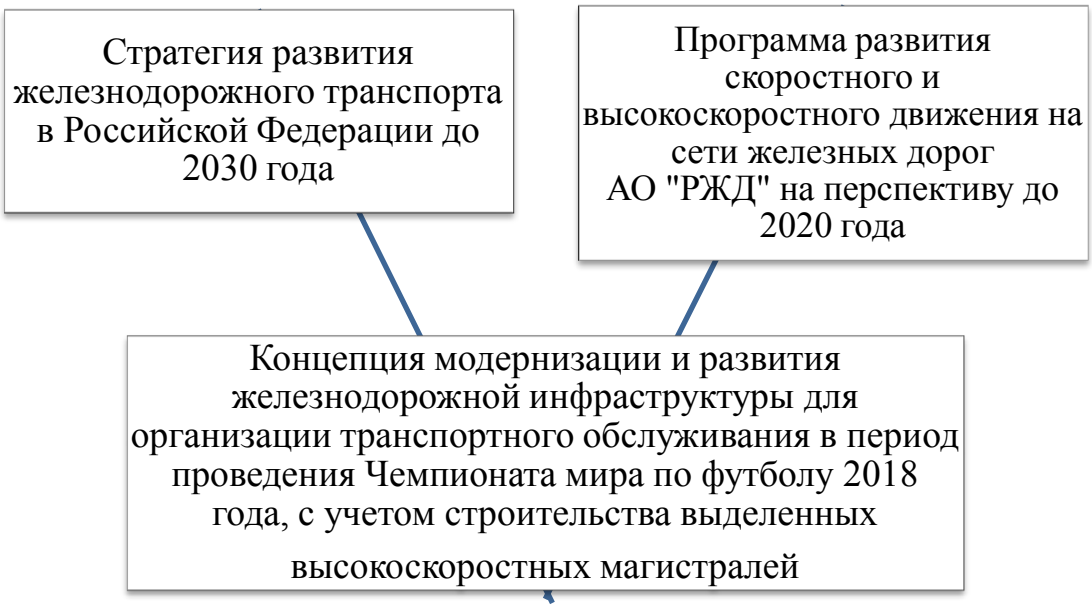

Рис. 23. Взаимосвязь стратегии, программы и концепции развития ЖДТ

Для увеличения скорости передвижения пассажиров между городами в период проведения ЧМ организованы следующие полигоны следования поездов (рис. 24):

- Центральный полигон:

Москва – Санкт-Петербург – Ярославль – Нижний Новгород;

- Южный полигон:

Ростов-на-Дону – Краснодар – Адлер;

- Приволжский полигон:

Нижний Новгород – Казань – Саранск – Самара.

На рис. 28 представлена схема организации движения пассажирских поездов в период Чемпионата мира в 2018 г.

Схема движения железнодорожного транспорта разработана с учетом условий:

- Санкт-Петербург связан с Европой скоростным железнодорожным сообщением для прибытия части клиентских групп FIFA железнодорожным транспортом;
- Железнодорожный транспорт является наиболее значимым в обеспечении перевозок при плохих погодных условиях.

Рис. 24. Схема организации движения пассажирских поездов в период Чемпионата мира в 2018 г.

По железнодорожному транспорту комплекс проблем сводится к следующим:

1. В настоящее время в сфере железнодорожного транспорта отсутствует развитие «бюджетного сегмента перевозок» [2].

2. Не разработаны транспортные узлы, которые позволяли бы интегрировать железнодорожный и внутригородские виды транспорта.

3. Железнодорожная инфраструктура должна в дальнейшем обеспечивать промышленные комплексы в пределах КАД доступными развязками и транспортными средствами – на сегодняшний день это мероприятие является нереализованным.

4. Технико-экономические параметры по загруженности подходов при перевозке грузов в морской порт железнодорожным транспортом отсутствуют.

Таким образом, транспортные системы города должны изменяться и улучшаться с течением времени, для их эффективного функционирования внедряются интермодальные перевозки, вводятся ключевые показатели деятельности и природоохранные принципы.

Негативным воздействием железнодорожного транспорта на окружающую среду являются выбросы вредных веществ в атмосферу, акустическое воздействие на окружающую среду, загрязнение почвы и водоемов, а также воздействие на растительный и животный мир.

Воздействие на атмосферный воздух

При сжигании топлива на тепловозах происходит химическое и тепловое загрязнение атмосферного воздуха (рис. 25).

Рис. 25. Загрязнение атмосферного воздуха выбросами железнодорожного транспорта

Наиболее токсичными являются выбросы карбюраторных двигателей, так как они содержат диоксины и свинец. Влияние диоксинов на человека проявляется в снижении иммунитета, нарушении функционирования всех жизненно важных органов, образовании злокачественных опухолей. Свинец приводит к заболеваниям центральной, костной и мочеполовой систем. Примечательно, что в крупных городах доза свинца в воде превышена до 25 раз, но отравление может долгое время оставаться бессимптомным. Из-за выброса горячих дымовых газов происходит тепловое загрязнение. В табл. 26 приведены значения удельных выбросов загрязняющих веществ от пассажирских тепловозов.

Таблица 26. Значения удельных выбросов загрязняющих веществ от пассажирских тепловозов [20]

Тепловоз с электропередачей	Загрязняющее вещество	Удельный выброс, кг вещества на 1 тыс. пасс. км
ТЭП60	CO	0,041
	NOx	0,210
	Сажа	0,002
ТЭП70	CO	0,038
	NOx	0,230
	Сажа	0,003
ТЭП75	CO	0,036
	NOx	0,210
	Сажа	0,003

На рис. 26 приведена зависимость массы выбрасываемых загрязняющих веществ на 1 тыс. пасс. км на примере одного из самых распространённых грузовых тепловозов в России – ТЭ116.

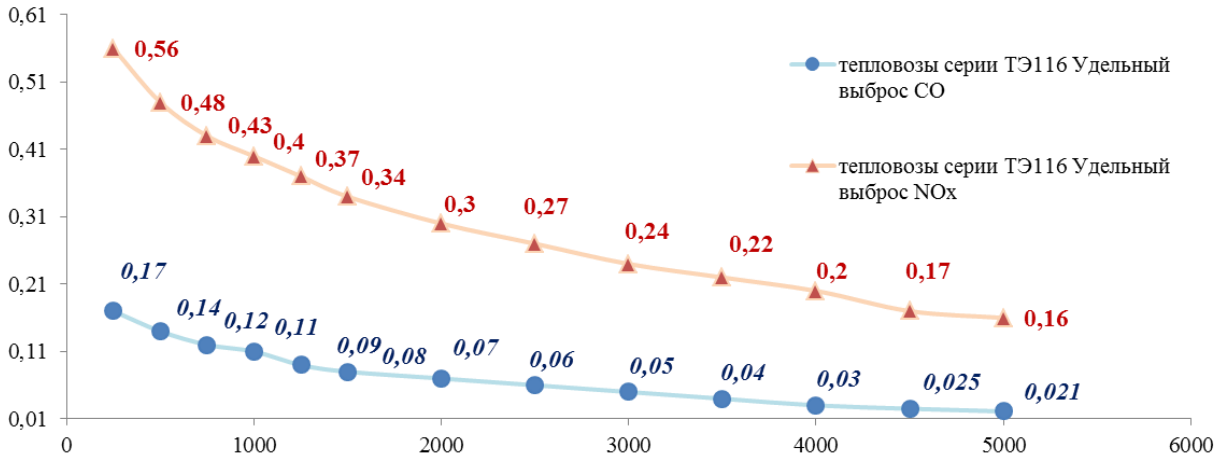

Рис. 26. Зависимость массы выбрасываемых загрязняющих веществ на 1 тыс. пасс. км для тепловозов типа ТЭ116

Как видно из рис. 26, при увеличении массы грузов, перевозимых тепловозами, снижается масса выбрасываемых загрязняющих веществ на 1 тыс. пасс. км, из них большую долю составляют оксиды азота.

Величины выбросов от тепловозов также зависят от режима работы двигателя. На рис. 27 приведена зависимость величины удельных выбросов веществ CO, NO_x и сажи от режима работы двигателя тепловоза ТЭМ-1. Данные маневровые тепловозы применяются в основном для перевозки грузов в отдаленные неэлектрифицированные районы.

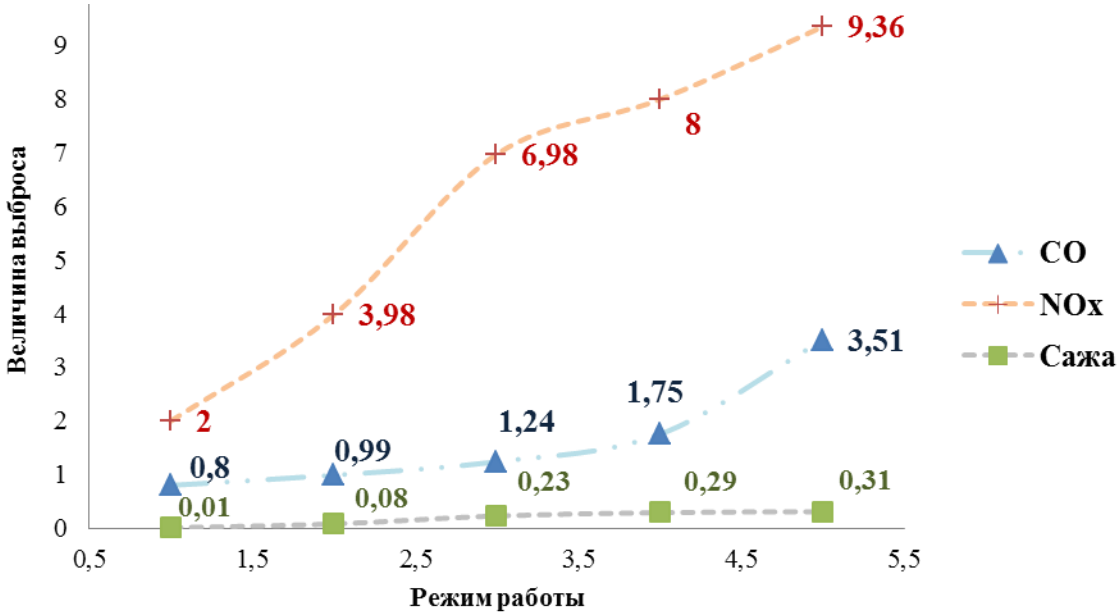

Рис. 27. Зависимость величины удельных выбросов веществ CO, NOx, сажи от режима работы двигателя тепловоза ТЭМ-1

Таким образом, выявлены следующие закономерности:

− при увеличении массы грузов, перевозимых тепловозами, уменьшается удельный выброс загрязняющих веществ;

− нагрузочный режим следует учитывать при оценке воздействия на атмосферный воздух;

− при необходимости снижать мощность использования двигателя для уменьшения удельного выброса (при следовании тепловозов вблизи жилых и особо охраняемых территорий).

Воздействие на водные ресурсы

Предприятия промышленного железнодорожного транспорта потребляют огромное количество воды, необходимое на стадии эксплуатации, а также ремонта, в основном для обеспечения технологических процессов, таких как, например, обмывка всего

оборудования. При этом в промывочные воды попадают загрязняющие вещества (рис. 28). Очистка данных стоков требует значительных материальных затрат, так как предприятия данного вида сбрасывают до 4 тыс. м^3 стоков в сутки.

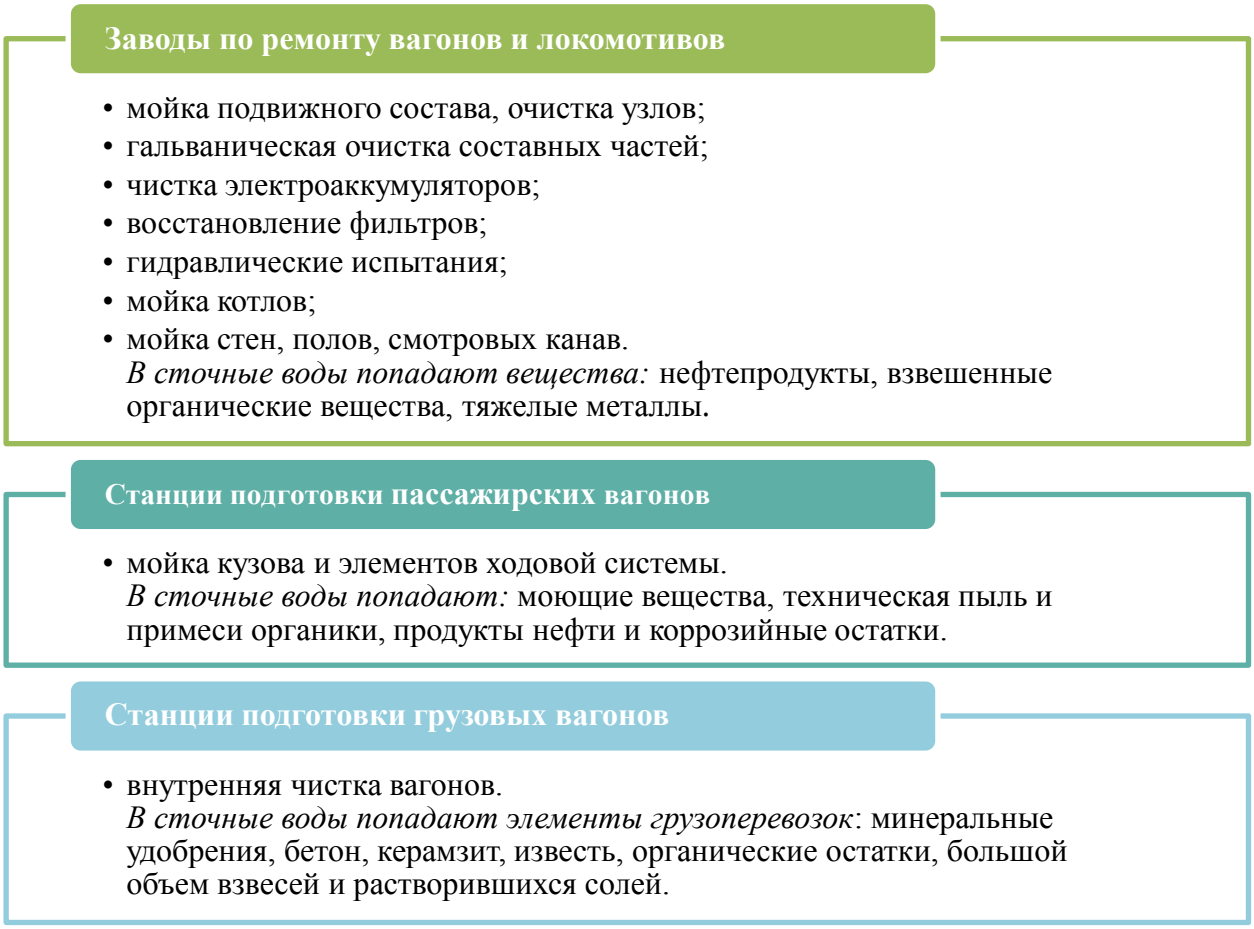

Рис. 28. Образование сточных вод от обслуживания железнодорожного транспорта

Сточные воды от эксплуатации железнодорожного транспорта имеют неоднородный состав, он напрямую зависит от целей использования воды и видов перевозки грузов. Например, в пунктах для дезинфекции вагонов производится их обеззараживания вследствие перевозки животных и птиц, в результате сточные воды загрязняются сложной органической составляющей, которую впоследствии сложно обезвредить на очистных сооружениях.

Еще одним источником образования сточной воды являются промывочные и пропарочные пункты, в которых образуется значительное количество стоков неоднородного состава, при этом преобладают взвешенные вещества и тетраэтилсвинец.

Также на территории предприятий промышленного железнодорожного транспорта находятся объекты-источники нефтесодержащих производственных стоков. В основном – это станции,

мастерские, предназначенные для проведения технического осмотра и ремонта подвижного состава, склады топлива.

Таким образом, в результате технологических процессов и процессов эксплуатации транспорта образуется значительное количество сточных вод разнородного состава, которые недостаточно полно очищаются.

Воздействие железнодорожного транспорта на почвы

Железнодорожный транспорт оказывает значительное влияние на состав и состояние почвенного покрова из-за наличия промышленных объектов (территория железнодорожной станции, постройки и производственные сооружения) в санитарной зоне охраны почвы. В результате эксплуатации ЖДТ формируются газовые выбросы, образующиеся от сгорания топлива, затем они попадают в почву и влияют на превышение нормативов ПДК.

Одним из ключевых естественных способов очистки почв является посадка защитных лесонасаждений, за счет чего количество экологически опасных веществ в почве должно существенно снизиться [23, 31, 32], максимальная величина снижения негативного воздействия может достигать 10 раз.

Несмотря на неблагоприятное воздействие железнодорожного транспорта на окружающую среду, отказ от его использования не представляется возможным в современных условиях, требующих высоких скоростей и объемов пассажиро- и грузоперевозок. Поэтому необходимо разрабатывать и внедрять мероприятия по снижению неблагоприятного воздействия железнодорожного транспорта, внедрению принципов ресурсо- и энергосбережения, применению альтернативных видов топлива, а также улучшения логистических потоков.

3. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ «ЗЕЛЕНОЙ» ЛОГИСТИКИ В ТРАНСПОРТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОРОДА

3.1. Мероприятия, направленные на использование «зеленой» логистики в автотранспортной деятельности

«Зеленые» технологии в использовании автотранспорта включают внедрение экологически чистых технологий на транспорте, реверсивную логистику, а также внедрение экологически безопасных методов в сфере управления потоками автотранспорта [16, 21].

Таблица 27. Наиболее значимые направления «зеленой» логистики в использовании автотранспорта [16]

Название	Содержание
Реверсивная логистика	Повторное использование и переработка материалов (упаковочные материалы, использованные товары, отходы производства и потребления).
Использование альтернативных видов топлива	Применение электрических двигателей, газового топлива (водород, метанол), биодизельного топлива, биотоплива из твердых органических отходов, двигателей на жидком азоте и др.
Маршрутизация логистических потоков	Четкое планирование маршрутов перевозки грузов, комплектование клиентских заказов, что ведет к сокращению объема перевозок, а также изменению маршрутов вывоза твердых коммунальных отходов (ТКО) и промышленных отходов.
Модификационное топливо	Изменение состава топлива и использование присадок.
Технические и конструктивные меры в отношении двигателей и транспорта в целом	Использование технически совершенных конструкций двигателей, например, дизельные двигатели с неразделенной камерой сгорания, конвертация дизельных двигателей в газовые двигатели.

На основе проведенного исследования влияния автотранспорта на загрязнение атмосферного воздуха и шумовое загрязнение, можно выделить наиболее подверженные угрозе районы: Адмиралтейский, Приморский и Центральный.

Для вышеперечисленных районов предлагается введение ряда регулирующих мероприятий, которые позволят разгрузить поток транспорта и тем самым снизить эмиссию загрязняющих веществ в данных районах [16]:

1. Озеленение автомагистралей.
2. Использование подземного пространства для размещения автостоянок.
3. Устранение препятствий на пути свободного потока машин (кольцевые дороги, развязки, эстакады и тоннели для разгрузки полосы движения).
4. Использование электротранспорта в городской среде.

Для определения наиболее загрязненных районов города было выполнено наложение следующих карт: карты с пробками по городу и карты-схемы с наибольшими пиковыми загрязнениями по выбросам газов.

Карта-схема, полученная таким образом, представлена на рис. 29.

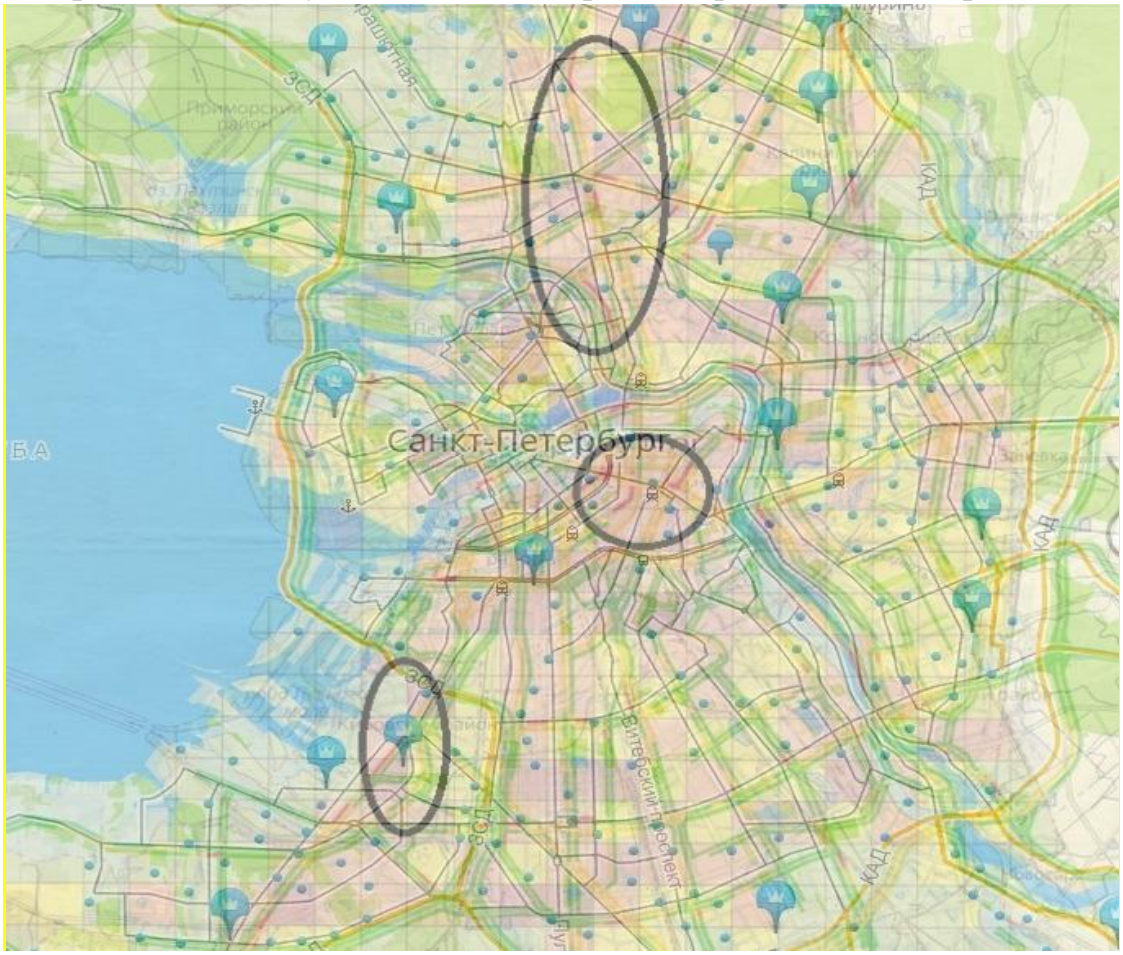

Рис. 29. Карта-схема с указанием наиболее загрязненных районов города

На карте-схеме (рис. 29) выделены наиболее загрязненные районы:

1) Центральный;
2) Приморский;
3) Кировский.

Анализируя полученную карту, можно выделить основные причины высокого уровня загрязнения данных районов: частое образование пробок, застой автотранспорта в районе, большое скопление автостоянок, плотное движение (характерно для Центрального, Приморского, Кировского районов).

Также из карты видно, что в районах, вблизи которых расположены КАД и ЗСД, уровень загрязнения намного ниже. Таким образом, можно сделать вывод о том, что строительство объездных дорог является эффективной мерой для снижения эмиссии загрязняющих веществ от автотранспорта.

Для дополнительного исследования районов города Санкт-Петербурга оценим «Зеленый логистический авто-индекс» (Green Avto Index) – это показатель, который отражает негативное влияние автотранспорта на окружающую природную среду. Данный индекс является оценочным, действует в масштабе районов и оценивается в баллах.

«Зеленый логистический авто-индекс» имеет следующую формулу:

$$\text{Green Avto Index} = \sum P_1 + P_2 + P_3 \ldots P_i, \quad (3)$$

где P_i – балльные критерии оценки.

Основными факторами, влияющими на величину индекса, являются:

1. Скорость движения автотранспорта.
2. Объем выбросов по району.
3. Загруженность уличной сети транспортом.
4. Естественные природные характеристики района.

Каждый фактор имеет несколько критериев, в зависимости от которых данному фактору присваивается балл.

Критерии и баллы для различных районов Санкт-Петербурга представлены далее.

Таблица 28. Скорость движения автомобильного транспорта

Скорость	Суммарный процент выброса токсичных веществ*	Балл
Холостой ход	7,3	1,0
Разгон	3,1	0,4
Постоянная скорость	2,9	0,2
Торможение	4,0	0,5

Таблица 29. Объем выбросов загрязняющих веществ по району

Район	Масса выброса, т/г•км^2	Балл
Адмиралтейский	Менее 100	0,25
Василеостровский	Менее 100	0,25
Выборгский	Менее 100	0,25
Калининский	100	0,5
Кировский	100-300	0,7
Колпинский	Менее 100	0,25
Красногвардейский	100	0,5
Красносельский	Менее 100	0,25
Кронштадтский	Менее 100	0,25
Курортный	Менее 100	0,25
Московский	Менее 100	0,25
Невский	100	0,5
Петроградский	Менее 100	0,25
Приморский	100-300	0,7
Петродворцовый	Менее 100	0,25
Пушкинский	Менее 100	0,25
Фрунзенский	100	0,5
Центральный	Более 300	1,0
Примечание. Масса выброса принята по картографической информации – Карта-схема выбросов автотранспорта в СПб.		

Таблица 30. Загруженность уличной сети транспортом

Район	Балл пробок	Балл
Адмиралтейский	4	0,4
Василеостровский	3	0,3
Выборгский	3	0,3
Калининский	5	0,5
Кировский	6	0,6
Колпинский	2	0,2
Красногвардейский	3	0,3
Красносельский	3	0,3
Кронштадтский	4	0,4
Курортный	3	0,3
Московский	4	0,4
Невский	4	0,4
Петроградский	7	0,7
Приморский	3	0,3

Окончание табл. 30

Район	Балл пробок	Балл
Петродворцовый	3	0,3
Пушкинский	3	0,3
Фрунзенский	4	0,4
Центральный	7	0,7

Таблица 31. Естественные природные характеристики района

Критерий	Диапазон баллов
Загазованность территории	0,1 – низкий уровень; 1,0 – высокий уровень.
Наличие растительности	0,1 – большое количество зеленых территорий; 1,0 – на территории отсутствуют парки (промзона).
Территории, занимаемые дорогами	0,1 – нет крупных магистралей; 1,0 – наличие крупных магистралей, близость с КАД, ЗСД.
Численность автотранспорта	0,1 – машину имеет каждый 10-й человек; 1,0 – машину имеет каждый человек.
Плотность населения	0,1 – менее 100 тыс. жителей; 1,0 – более 500 тыс. жителей.
Наличие парковок и стоянок	0,1 – нет крупных парковок, только дворовые; 1,0 – наличие крупных многоэтажных парковок.
Наличие крупных объектов социальной структуры	0,1 – нет промышленных объектов (спальный район); 1,0 – преимущественно промышленная зона.

Таким образом, при величине индекса, близкой к 10 баллам, район характеризуется «экологическим бедствием», а при величине равной 1 и менее характеризуется благоприятной экологической обстановкой.

Итоговая сводная таблица по районам города приведена ниже.

Таблица 32. Значение Green Avto Index в разрезе районов г. Санкт-Петербурга

Район г. Санкт-Петербурга	Значение индекса	Характеристика
1	2	3
Адмиралтейский	7	Является промышленным, вследствие чего характеризуется неблагоприятными экологическими условиями.

Продолжение табл. 32

1	2	3
Василеостровский	7	Располагается в неблагоприятных экологических условиях. Почвы и воздух сильно загрязнены.
Выборгский	2	Благоприятная экологическая ситуация.
Калининский	4	Жилые кварталы имеют более благоприятное расположение, показатели экосистемы не превышают допустимых значений.
Кировский	5	Завышенные показатели загазованности наблюдаются около ст.м. «Проспект Ветеранов» и «Автово». Вместе с тем, уровень радиации показывает норму, озелененность Кировского района составляет 30-40 %.
Колпинский	2	Является экологически чистым, состояние почв и воздуха, а также радиационный фон не превышают нормы.
Красногвардейский	8	Располагается в неблагоприятных экологических условиях, в связи с большим количеством промышленных заводов и предприятий.
Красносельский	2	Благоприятная экологическая ситуация.
Кронштадтский	2	Благоприятная экологическая ситуация.
Курортный	2	Благоприятная экологическая ситуация.
Московский	5	Отличается неравномерностью экологических показателей. Жилые кварталы находятся в относительно благополучной местности, но почвы показывают значительные различия степени загрязнения. На севере Московского района отмечено самое неблагоприятное экологическое состояние.
Невский	7	Один из неблагоприятных районов города. Это обусловлено промышленными предприятиями и автомобильными магистралями, расположенными в его пределах.
Петроградский	5	Является примером удовлетворительного состояния экологической ситуации, площадь зеленых насаждений достигает 35 %. Незначительные отклонения от нормы загрязненности воздуха и почв отмечаются на Петроградской набережной.
Приморский	4	Жилые кварталы имеют благоприятное расположение, показатели экосистемы не превышают допустимых значений.
Петродворцовый	2	Благоприятная экологическая ситуация.

Окончание табл. 32

1	2	3
Пушкинский	2	Благоприятная экологическая ситуация.
Фрунзенский	5	Неоднороден по степени загрязнения окружающей среды. Большой вред экологии наносит железнодорожная станция «Купчино», где отмечается значительное превышение норм свинца, кобальта, хрома и никеля. Также значительный урон экологической ситуации Фрунзенского района наносит тепло-электростанция «Южная». Зеленые насаждения составляют 40 %, радиация в пределах нормы.
Центральный	7	Один из неблагоприятных районов города. Это обусловлено автомобильными магистралями, расположенными в его пределах и большим количеством автотранспорта, ежедневно проходящем через район большим потоком.

Таким образом, общую ситуацию в городе можно считать неблагоприятной и необходимо применять эффективные меры по изменению подходов к логистической деятельности для улучшения общей экологической ситуации в регионе.

Одним из решений является применение в практике деятельности региона «умных» и «интеллектуальных» транспортных систем.

Опыт применения «умных» и интеллектуальных транспортных систем

Smart road – это комплексная система, которая отражает взаимодействие компонентов «человек – транспорт – окружающая среда», когда в режимах автоматизации задаются параметры взаимодействия, которые соответствуют внутренним и внешним условиям [25].

Интеллектуальная транспортная система – это система, позволяющая собирать и систематизировать информацию в конкретный момент времени при заданных внешних условиях, что позволяет ей реализовывать функции высокой сложности по обработке значительных массивов информации и принятии наиболее верных решений в части управления транспортными системами [25]. Таким образом, термины «интеллектуальная транспортная система» и «умная дорога» («smart road») являются взаимозаменяемыми понятиями.

«Умная дорога» состоит из 3 частей [25]:

1) верхний слой – отвечает за прочностные характеристики дороги;

2) слой №2 – обеспечивает контролирующие функции всех взаимосвязанных подчастей дороги;

3) слой №3 – разрешает задачу передачи энергии в единый центр сбора электричества.

Элементами инноваций и составляющими транспортной системы являются [25]:

1. Интеллектуальное управление светофорами, что позволяет сократить образование пробок на дорогах.

2. Использование «умных» материалов для дорожной разметки (использование светодиодной краски и краски, меняющей рисунок при изменении температуры – появления наледи, что значительно увеличивает безопасность).

3. В США реализован проект по перекрытию дорог специальными плитами – солнечными батареями, что в перспективе позволит отказаться от электрического питания дороги внешними элементами. Также помимо обеспечения дороги, энергия может быть использована для питания сетей интернета, телевидения, связи, электрических сетей. Они обладают долговечностью, выдерживают значительные нагрузки, простота и легкость при ремонте.

4. Извлечение энергии движущегося транспорта (сами транспортные средства при соприкосновении с неровностями дороги выделяют кинетическую энергию, которую возможно полезно использовать в эксплуатации автомобиля, значительно сокращая затраты на бензин).

Таблица 33. Основные критерии развития «умной» транспортной системы [25]

Критерии	Характеристика
Состояние дорожного покрытия	Покрытия должны обладать следующими свойствами: управлять режимом температуры, состоянием дорожного покрытия, режима «антигололед» и т.д.
Использование ГИС-технологий	− Автоматический режим управления транспортом; − Создание системы мониторинга и регулирования основных параметров транспортного потока; − Автоматизация работы светофоров и др.
Создание характеристик дорожного полотна	При создании дорожного покрытия должны быть учтены следующие факторы: погодные условия, особенности каждого времени года, состояние окружающей среды.
Экологические особенности	Сокращение выбросов вредных газов в атмосферный воздух.
Экономия ресурсной составляющей	− Топливо, материалы для строительства и поддержания дорог; −Время, потраченное на ремонт и передвижение транспорта; − Энергосбережение и ресурсоэффективность.
Утилизация других видов энергии	Солнечная энергия, тепловая транспортная и энергия воздуха, механическая энергия движущегося транспорта.

В Пекине установлены «умные» светофоры, которые считывают и обрабатывают информацию в режиме реального времени (сокращение пробочных ситуаций до 30 %), ультразвуковые датчики, позволяющие считывать и определять скорость транспортного потока на железнодорожном полотне.

Наиболее значимые тренды по применению «умного» транспорта классифицированы и представлены далее в табл. 34.

Таблица 34. Исследование трендов «умного» транспорта [5]

Наименование тренда	Характеристика
Инфраструктура транспорта становится интеллектуальной	В настоящее время автомобили сами по себе являются объектом и источником информации – обладают датчиками, камерами слежения, GPS, данные с этих систем собираются и анализируются и на их основе осуществляют мониторинг состояния дорог.
Увеличение транспортной эффективности за счет совместной эксплуатации	В настоящее время для увеличения пассажиропотока могут быть использованы следующие виды приложений: − кашеринг (прокат автомобилей по часовой системе); −велошеринг (развитие инфраструктуры велосипедного транспорта, дорог для него); − перевозка по запросам, вызов такси фирм Uber.
Снижение экологического влияния транспорта на окружающую среду	Использование «экологичных» марок автомобилей за счет применения альтернативных источников энергии, модернизированных машин, существенно снижающих нагрузку на окружающую среду.

Наиболее значимые «кейс» − технологии [5]:

а) «Интеллектуальная транспортная система Siemens» (транспортное решение, при котором все системы имеют прямую непосредственную взаимосвязь друг с другом). Плюсами данного решения являются сокращение затрат на топливо, снижение количества пробок, улучшение транспортной ситуации.

б) «Платформенная технология Fujitsu» (на дорожном покрытии устанавливаются специальные сервисы, которые впоследствии позволяют управлять данными о местоположении, скорости движения транспортного средства; далее на основе полученной аналитической информации производится расчет стоимостных характеристик обслуживания транспортной сети, а также составляется модель транспортного потока).

в) «Система управления трафиком от Verizon»: эта система обеспечивает сбор и обработку данных. Прогнозируемый результат:

сокращение времени в пути на 20 %; сокращение топливных затрат на 15 %, снижение количества остановок и задержек транспорта на 44 %.

г) «Умная мобильность» («кейс Сеула»): создана беспроводная связь между остановками и автобусами. 300 остановок снабжены беспроводной связью и обменом информационными данными с 9 300 автобусами, в которых установлены интернет-модемы и приемники GPS.

д) Технологии оповещения водителей («кейсы Сингапура» и «Эйндховена»).

Система «Сингапур»: приложение для водителей, которое позволяет анализировать данные в реальном времени, что позволит оценивать ситуацию на дороге.

Система «Эйндховен»: позволяет отследить влажность и гладкость дорожного покрытия, собранные данные передаются на центральные станции мониторинга, где определяются «опасные» участки дороги, эти данные наносятся на карты навигации.

е) Электронные системы оплаты («кейсы Сингапур и Осло»).

Системы электронной оплаты в Сингапуре автоматизированы в полном объеме, в деловом центре города установлены 34 специальные арки, которые используются для фиксации проезда. Автомобили жителей оборудованы кеш-картами, которые необходимы для оплаты проезда с возможностью пополнения баланса по ним. При отсутствии этих систем, система фотографирует номер автомобиля и впоследствии высылает счет за пользование дорогами. Введение систем электронной оплаты значительно снизило трафик и увеличило скорость поступления денежных средств, в среднем это позволяет экономить более 40 млн долларов.

В Осло электронная система оплаты также включает взимание платы за проезд водителей и оплату заправок по SMS – системам. Положительными тенденциями являются снижение потребления топлива и разгрузка пунктов оплаты проезда.

ж) Система управления автомагистралью («кейс Гетеборга»).

Данная система введена в эксплуатацию в 2004 г. в Швеции, в настоящее время полностью автоматизирована и включает следующие функции: обнаружение пробок и происшествий, предупреждение об авариях, осуществление контролирующих мероприятий. Результативность применения отражается в следующем: количество происшествий на дороге снизилось на 20 %, время одной поездки сократилось на 5 %.

Ряд данных решений можно применить для Санкт-Петербурга, к ним относятся:

1. Увеличение совместной эксплуатации средств транспорта.

2.«Умные» светофоры, которые считывают и обрабатывают информацию в режиме реального времени (сокращение пробочных ситуаций до 30 %), ультразвуковые датчики, позволяющие считывать и определять скорость транспортного потока на каждом полотне. Возможно применение в наиболее загруженных районах города.

3. Популяризация велотранспорта, поощрение автовладельцев, которые переходят на экологически совершенные технологии.

Таким образом, при правильной организации транспортных потоков с учетом особенностей инфраструктуры города и с учетом выбросов загрязняющих веществ можно улучшить общую эколого-экономическую ситуацию в регионе.

3.2. Адаптированная методика оценки эколого-экономической деятельности морского транспорта

С целью определения комплексного влияния водного транспорта на окружающую среду Санкт-Петербурга и Ленинградской области было принято решение использовать Шведскую методологию определения индекса «чистого» судоходства (CLEAN SHIPPING INDEX).

Индекс «чистого» судоходства ориентирован на оценку воздействия судов на окружающую среду. Информация собирается в базе данных индекса «чистого» судоходства. К этой базе данных имеют доступ члены сети «чистого» судоходства. Поощряя положительные экологические показатели экономическими стимулами, члены сети «чистого» судоходства стремятся внести свой вклад в экологическое развитие морской отрасли [8].

Принцип расчета заключается в следующем.

Для конкретного судна, с определенным видом используемого топлива определяются превышения нормативов по основным показателям загрязняющих веществ в выбросах:

- выбросы CO_2;
- выбросы NO;
- выбросы SO_x;
- выбросы твердых частиц.

Далее, согласно полученным результатам, присваивается определенное количество баллов.

Таблица 35. Оценка воздействия на воздушный бассейн водных транспортных средств

Показатель	Количество баллов
Превышение, исходя из нормы по всем веществам	0
Превышение норм на 50 %	-5
В пределах нормы	3
На 10 % ниже нормы	5
На 15 % ниже нормы	7
На 20 % ниже нормы	10

Затем оцениваются показатели управления водными ресурсами и сточными водами.

Таблица 36. Оценка воздействия на водные объекты водных транспортных средств

Показатель	Количество баллов
1. Загрязненная вода	
нет данных	0
сброс без очистки	0
отсутствие сброса либо полная очистка сточных вод	4
2. Осадок сточных вод	
нет данных	0
сброс без очистки	0
полная очистка и обработка осадка	4
3. Обработка мусора	
нет данных	0
сжигание мусора	0
сортировка и переработка мусора во вторсырье	5
4. Экологическая образованность экипажа	
нет данных	0
отсутствует	0
экипаж подготовлен	3

После этого рассчитывается общее количество баллов в данном разделе. Далее суммируем все полученные баллы и присваиваем судну индекс «чистого» судоходства.

Таблица 37. Общая оценка воздействия на окружающую среду водного транспорта

Количество баллов	Классификация
от 63	CSI 5
от 51 до 62	CSI 4
от 38 до 50	CSI 3
от 20 до 37	CSI 2
от 1 до 19	CSI 1

Рис. 30. Градация значений маркировки индекса

Пример расчета «CLEAN SHIPPING INDEX»

Для примера произведем расчет для судна (контейнеровоз) типа «Post-Panamax», с удельным расходом топлива 180 г/кВт·ч по двум показателям выбросов загрязняющих веществ (NO и SOx). В связи с отсутствием доступа к необходимому количеству исходных данных, оценить полностью индекс «чистого» судоходства на данный момент не представляется возможным.

Результаты расчетов «CLEAN SHIPPING INDEX» для контейнеровоза представлены в табл. 38.

Таблица 38. Оценка воздействия контейнеровоза на воздушный бассейн

Выбросы	Баллы
CO_2	0
NO	-5
SO_x	10
Твердые частицы	0

− по выбросам NO превышение норм на 50 %;
− по выбросам SO_x на 20 % ниже нормы.

Таблица 39. Оценка воздействия контейнеровоза на водный объект

Наименование показателя	Количество баллов
1. Загрязненная вода	4
2. Осадок сточных вод	4
3. Обработка мусора	5
4. Экологическая образованность экипажа	3
Итого:	16

Таким образом, по показателям, относящимся к группе «Оценка сточных вод на водный объект», были получены следующие результаты:

1. Полная очистка сточных вод.
2. Полная очистка и обработка осадка.
3. Сортировка и переработка мусора во вторсырье.
4. Экипаж подготовлен.

Таблица 40. Присвоение класса «чистого» судоходства

Наименование плав средства	Классификация CSI
Контейнеровоз	CSI 2

Индекс «чистого» судоходства» данного судна относится в классификации к CSI 2.

Согласно полученным расчетам можно судить о состоянии окружающей среды, используя базу данных индекса «чистого» судоходства, принимать решения с целью оптимизации работы водного транспорта и снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду и, как следствие, негативного влияния на здоровье населения.

В связи с высокой транспортной нагрузкой в настоящее время, использование новых методов и технологий слежения за состоянием окружающей среды при эксплуатации водного транспорта является актуальным и требует дальнейшего развития.

3.3. Оценка влияния факторов на качественный и количественный состав выбросов от гражданской авиации

При работе авиационных двигателей в атмосферу вместе с выхлопными газами поступают разнообразные продукты сгорания топлива, многие из которых негативно влияют на природу и здоровье людей. Эмиссия воздушных судов вносит основной «вклад» в загрязнение окружающей среды гражданской авиацией.

В зависимости от типа используемых самолетных двигателей и вида топлива существенно изменяется состав выхлопных газов.

Рассмотрим один из наиболее встречаемых типов самолетов – Airbus A320. A320 относится к семейству узкофюзеляжных самолётов, используется для авиалиний малой и средней протяжённости. Производителем A320 является европейский консорциум «Airbus S.A.S». Airbus A320 стал первым пассажирским самолётом, имеющим электродистанционную систему

управления. Дальность полёта составляет до 4900 км, постоянная скорость – 840 км/ч, вместимость – 140-180 пассажиров.

На самолете установлен газотурбинный турбовентиляторный двигатель CFM56-5C2 на керосине, использование которого сопровождается эмиссией естественных составляющих атмосферного воздуха, таких как углекислый газ, пары воды, азот, а также большим количеством специфических вредных веществ и соединений: свинец, угарный газ, различные углеводороды (метан, ацетилен, этан и др.), оксиды азота и оксиды серы. Окисление имеющихся в керосине примесей сопровождается поступлением в атмосферный воздух формальдегида, акролеина, уксусного альдегида и ряда других токсичных вредных веществ, образующихся в незначительных количествах из имеющихся в керосине примесей. Выхлопные газы авиационных двигателей также содержат твердые частицы, например, частицы сажи, которые в свою очередь создают дымный шлейф.

Количество выбрасываемых загрязняющих веществ напрямую зависит от количества сжигаемого двигателем топлива в единицу времени.

При взлете, наборе высоты и полете на эшелоне индексы эмиссии CO и C_nH_m значительно меньше, чем в режиме малого газа при холостом ходе и рулении перед взлетом и после посадки.

Степень дымности отработанных газов авиационного двигателя, т.е. индекс эмиссии сажи (копоти) и окислов азота NO_x, наоборот, увеличивается с возрастанием относительной тяги двигателя. Наиболее интенсивное дымление происходит при максимальной относительной тяге двигателя: процессы взлета и посадки.

Индекс эмиссии сернистого газа SO_2 напрямую зависит от содержания серы в авиационном топливе. Итак, чем выше сернистость топлива, тем выше эмиссия сернистого газа. При этом режим работы двигателя, величина относительной тяги практически не влияют на индекс эмиссии сернистого газа.

Индексы эмиссии загрязняющих веществ зависят также от модификации авиационного двигателя. Например, на индекс эмиссии окислов азота влияет способ подачи используемого двигателем топлива и состав воздушно-топливной смеси в камере сгорания. В частности, он зависит от тонкости распыления горючего форсуночным устройством, от степени избытка воздуха на выходе из камеры сгорания. Уменьшение размера капель в воздушно-топливной смеси и увеличение избытка воздуха приводит к снижению индекса эмиссии NO_x.

Параметры технического устройства двигателей, влияющие на эмиссию загрязняющих веществ, как правило, различны у авиационных

двигателей разных конструкций. Поэтому индексы эмиссии одних и тех же веществ при одном и том же режиме работы двигателя могут существенно различаться у двигателей разных конструкций.

Более того, индексы эмиссии могут быть различными у двигателей одной и той же конструкции, но по-разному отрегулированных.

Для приблизительной оценки загрязнения атмосферы воздушными судами, осуществляющими перевозки от аэропорта «Пулково», были использованы значения индексов эмиссии, г/кг, принятые согласно трудам М.Л. Асатурова «Загрязнение окружающей среды при авиатранспортных процессах» и приведенные в табл. 41.

Таблица 41. Значения индексов эмиссии вредных веществ при работе самолетных двигателей для режима крейсерского полета, г/кг [14]

Вредные вещества	H_2O	CO_2	CO	SO_2	C_nH_m	Сажа	NO_x
Дозвуковые	1300	3100	4-8	1-5	0,1-0,2	0,1	15

Суммарная эмиссия загрязняющих веществ определяется суммой «вкладов» выбросов на различных этапах взлетно-посадочного цикла:

1 этап: холостой ход и руление перед взлетом;

2 этап: взлет;

3 этап: набор высоты до 900 м*;

4 этап: заход на посадку с 900 м*;

5 этап: руление и холостой ход после посадки.

*Примечание. Для упрощения расчета оценки выбросов при взлетно-посадочном цикле ограничиваются приземным слоем атмосферы (900 м). Считают, что выше данного слоя взаимодействие земной поверхности и свободной атмосферы незначительно. Этот метод утвержден в качестве стандартного Международной организацией гражданской авиации (ИКАО).

Загрязнение приземного слоя атмосферы происходит во время наземных этапов работы авиационных двигателей (этапы 1, 2 и 5).

Иначе обстоит дело при наборе высоты и заходе на посадку (этапы 3 и 4).

Оторвавшись от взлетно-посадочной полосы, самолет быстро набирает высоту. По мере подъема самолета уменьшается доля выхлопных газов, поступающих в приземный слой воздуха в зоне аэропорта. После подъема самолета на некоторую достаточно большую высоту загрязнением его двигателями зоны аэропорта пренебрегают.

При посадке самолета наблюдается обратная картина – чем ниже спускается самолет, тем больше загрязняющих веществ поступает в приземный слой воздуха в зоне аэропорта.

Для расчета количества загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу за взлетно-посадочный цикл, необходимо знать относительную тягу двигателей на каждом этапе цикла. Это нужно для определения индексов эмиссии загрязняющих веществ, которые зависят от величины относительной тяги авиационного двигателя.

Для расчета эмиссии загрязняющих веществ авиационными двигателями за взлетно-посадочный цикл необходимо также знать продолжительность каждого этапа цикла.

При оценке загрязнения зоны аэропорта в качестве стандартных используются средние значения этих величин, представленные в табл. 42.

Таблица 42. Продолжительность этапов взлетно-посадочного цикла [14]

Этап	Относительная тяга, м / с	Продолжительность, мин	Расход топлива, кг/мин
1. Холостой ход и руление перед взлетом	0,07	15	20
2. Взлет	1	0,7	180
3. Набор высоты до 900 м	0,85	2,2	160
4. Заход на посадку с 900 м	0,3	4	60
5. Руление и холостой ход после посадки	0,07	7	20

Примечание. Данные о расходе топлива на различных этапах взлетно-посадочного цикла самолетами разных типов приняты согласно Руководству по летной эксплуатации (РЛЭ).

В связи с отсутствием данных о продолжительности этапов цикла взлета-посадки для самолета А320, для дальнейшего анализа приняты данные о расходе топлива самолетом ИЛ-86 с двигателями НК-86.

Как видно из табл. 42, наземные этапы 1 и 5 характеризуются в среднем одинаковой относительной тягой. Поэтому при расчетах загрязнения зоны аэропорта их можно объединить в один наземный этап с относительной тягой 0,07 (холостой ход и руление перед взлетом и после посадки) общей продолжительностью 22 мин. Взлетно-посадочный цикл, характеристики которого представлены в табл. 47, утвержден в качестве стандартного Международной организацией гражданской авиации (ИКАО).

Масса загрязняющего вещества, поступающая в атмосферу в зоне аэропорта при выполнении самолетом всего взлетно-посадочного цикла, рассчитывается как произведение массы эмиссии газов рассматриваемого вещества на конкретном этапе, расхода топлива на данном этапе в единицу времени и длительности каждого этапа.

При проведении приближенных оценок загрязнения зоны аэропорта воздушными судами были использованы усредненные величины индексов эмиссии (табл. 43).

Таблица 43. Средние величины индексов эмиссии загрязняющих веществ в зависимости от этапа взлетно-посадочного цикла [14]

Этап	Эмиссия, г/кг		
	CO	C_nH_m	NO_x
1. Холостой ход и руление перед взлетом	50	18	2
2. Взлет	0	0	35
3. Набор высоты до 900 м	0	0	30
4. Заход на посадку с 900 м	10	3	10
5. Руление и холостой ход после посадки	50	18	2

На основе вышеперечисленных сведений был произведен расчет эмиссии загрязняющих веществ в атмосферный воздух аэропорта «Пулково».

Результаты расчета массы выбрасываемых загрязняющих веществ в приземный слой атмосферы при осуществлении взлетно-посадочного цикла самолета, с учетом функционирования 2 взлетно-посадочных полос, представлены в табл. 44.

Таблица 44. Масса выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) при взлетно-посадочном цикле

Этап	Эмиссия ЗВ, кг		
	CO	C_nH_m	NO_x
Взлетно-посадочный цикл	244	36	100

Результаты расчета массы выбрасываемых загрязняющих веществ в приземный слой атмосферы при осуществлении полета воздушным средством над Санкт-Петербургом, с учетом одновременного движения над городом 4 самолетов, представлены в табл. 45.

Таблица 45. Масса выбросов загрязняющих веществ в режиме полета

Этап	Эмиссии загрязняющих веществ, кг/ч						
	H_2O	CO_2	CO	SO_2	C_nH_m	Сажа	NO_x
Режим полета с постоянной скоростью	13000	31000	60	30	1	30	150

За счет эмиссии в нижние слои атмосферы поступает более половины (около 55 %) общего количества вредных веществ, загрязняющих воздух в зоне аэропортов.

Таким образом, при осуществлении 4 рейсов одновременно, в воздух Санкт-Петербурга будет выброшено:

– в приземные слои атмосферы: 219 г/с (33,372 т/год);

– в верхние слои атмосферы: 44 271 кг/ч (387 813 т/год).

Помимо эмиссии вредных веществ в атмосферный воздух, аэропорты являются источниками электромагнитного и акустического загрязнения окружающей среды.

Эксплуатация радиолокационных станций, предназначенных для навигации воздушных судов, связана с мощным электромагнитным излучением. Данное электромагнитное излучение пагубно сказывается на качестве здоровья людей, находящихся в зоне его воздействия.

Вблизи аэропортов и воздушных трасс уровень звуковой мощности достигает 100-110 дБа (норма для жилых зон 55 дБа). При этом ширина акустического дискомфорта достигает нескольких километров. Согласно некоторым исследованиям, авиационный шум при взлете ИЛ-76, ИЛ-86 с максимальным уровнем 75 дБа фиксируется на расстоянии более 10 км от аэропорта. Источником шумового воздействия при этом являются возмущения воздушных и газовых потоков, создаваемые работой двигателей, а также вспомогательные силовые установки [38].

На основе анализа состояния авиатранспорта и его «вклада» в загрязнение окружающей среды были выделены показатели, определяющие степень влияния воздушных средств на эко-состояние региона (табл. 46).

Были выделены 2 группы показателей:

- Технические – относятся непосредственно к модификации воздушного судна;
- Социальные / рыночные – связаны со спросом на услуги авиатранспорта в городе.

Таблица 46. Показатели авиатранспорта и степень их влияния на ухудшение состояния компонентов окружающей среды города

Показатель	Степень влияния на ухудшение состояние компонентов окружающей среды и здоровье человека		
	значительная	средняя	незначительная
Технические показатели (относятся к конструкции самолета)			
Поколение самолета	1-2-е поколение	3-е поколение	4-е поколение
Тип топлива	Авиационный керосин, бензин	Реактивное топливо	Биотопливо (биодизель), газовое топливо
Оптимизация взлетно-посадочного цикла	Не оптимизируется, простои техники	Затрагивает не все воздушные средства	Полностью оптимизировано
Социальные или рыночные (сколько полетов, наличие аэропорта и др.)			
Пассажиропоток	Большой	Средний	Малый
Тип аэропорта	Крупный	Средний	Отсутствует
Применение стратегий экополитики	Не применяется	Применяется в рамках узкого направления	Применяется
Использование энерго- и ресурсосберегающих технологий	Не используется	Используется частично	Используется в полном объеме

Обобщая полученные результаты, введем авторское определение понятия «зеленый аэропорт» − это авиапредприятие, ведущей стратегией которого являются принципы «зеленой» логистики, включающие использование альтернативных видов топлива, эксплуатацию самолетов новейших поколений, энерго- и ресурсосбережение на всех стадиях полета, оптимизацию авиационных маршрутов, снижение времени простоя во время взлета и посадки, а также внедрение энерго- и ресурсосберегающих технологий на территории наземного терминала.

3.4. Формирование ключевых мероприятий для железнодорожного транспорта и развития отрасли

Цифровизация деятельности компании АО «РЖД»

Одним из приоритетных направлений развития Компании АО «РЖД» является реализация проекта «Цифровая железная дорога». Суть проекта заключается во внедрении информационных технологий на всех этапах обеспечения пассажироперевозок [13]. На рис. 32 представлена структура цифровой железной дороги.

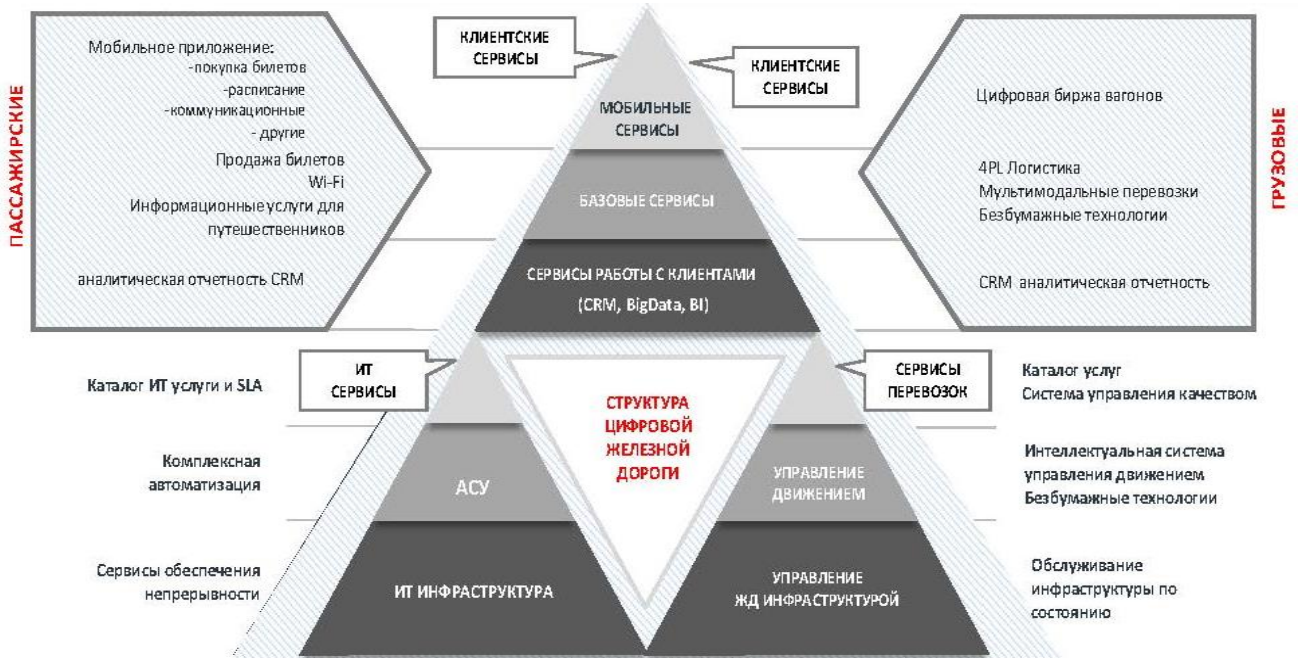

Рис. 31. Структура цифровой железной дороги [22]

Цифровизация перевозок позволяет не только улучшить качество перевозок, но и повысить их безопасность и беспребойность. В табл. 47 представлены цифровые сервисы, предоставляемые на разных этапах перевозок пассажиров в поездах.

Таблица 47. Цифровые сервисы пассажироперевозок

Этапы перевозок	Сервисы
Планирование поездки	Получение информации о расписании движения поездов, направлениях следования.
Покупка билетов	Личный кабинет пассажира; онлайн-покупка билетов.
Услуги вокзального комплекса	Информационные табло; заказ услуг; мультимедиа; навигация; Wi-Fi.

Окончание табл. 47

Этапы перевозок	Сервисы
Цифровые услуги в пути	Заказ услуг; мультимедиа; информирование; Wi-Fi.
Логистика	Заказ билетов; бронирование гостиниц; вызов такси.
Безопасность	Комплексный контроль; централизованное управление.

Таким образом, процессы цифровизации позволят автоматизировать ряд процессов на АО «РЖД», в том числе повлияют на экологическую безопасность отрасли.

Развитие скоростных и высокоскоростных межрегиональных сообщений

В рамках совершенствования логистических потоков проводится развитие и ввод скоростных (до 200 км/ч) и высокоскоростных железнодорожных магистралей (далее ВСМ) со скоростями движения до 400 км/ч. В первую очередь данные магистрали проводятся между крупными субъектами, где осуществляется большой объем пассажироперевозок. ВСМ позволяет снизить транспортную нагрузку на определенных участках и повысить комфортность поездок [22].

В настоящее время высокоскоростные перевозки осуществляются по нескольким направлениям (табл. 48).

Таблица 48. Направления движения высокоскоростных поездов [11; 12; 30]

№ п/п	Название ВСМ	Направление железнодорожного сообщения	Протяженность маршрута, км
1	Сапсан	Москва – Санкт-Петербург	660
2	Аллегро	Санкт-Петербург – Хельсинки	407
3	Стриж	Москва – Нижний Новгород	442
4	Ласточка	Санкт- Петербург – Великий Новгород; Санкт- Петербург – Псков; Москва – Нижний Новгород – Сочинский регион	Менее 200
5	Проектируемая	Москва – Казань – Екатеринбург	1 532
6	Проектируемая	Москва – Ростов-на-Дону – Адлер	1 540

Объем перевозок ВСМ в год составляет более 3,2 млн пассажиров.

Согласно программе развития железно-дорожного транспорта (ЖДТ), к 2020 г. планируется создание:

– скоростных линий – 7 500 км;
– высокоскоростных линий – 4 300 км.

Организация мультимодальных перевозок

Мультимодальные перевозки пассажиров – это перевозки, которые осуществляются более, чем двумя видами транспорта по одному транспортному документу. Ответственность за перевозку несет один оператор, что позволяет правильно распределить риски. Согласно мнению некоторых авторов [33], железнодорожный транспорт играет ведущую роль при организации мультимодальных пассажирских перевозок.

Преимуществами таких перевозок являются следующие показатели:

– качество перевозок;
– высокая скорость, малое время в пути;
– регулярность рейсов;
– безопасность в пути;
– удобство оформления и покупки документов на проезд;
– высокое информационное обеспечение пассажиров;
– обустройство в местах пересадок с одного транспорта на другой.

Таким образом, приведенные методы логистики важны и актуальны для развития Санкт-Петербурга и частично реализуются в городе, но любая логистическая деятельность связана с загрязнением окружающей природной среды.

В области экологической стандартизации также существует ряд проблем − международные стандарты серии ИСО 14000 регламентируют лишь подходы к организации экологического менеджмента.

Стандарты «зеленого» строительства британской системы BREEAM, американской системы LEED имеют значительные несоответствия – как нашему законодательству, так и возможностям применения в климатических условиях России.

Таким образом, основным недостатком имеющейся базы экологических стандартов является практически полное отсутствие требований к процессам и объектам железнодорожного транспорта.

Кроме того, требуется адаптация к российским условиям международных методик по определению объемов выбросов парниковых газов [26].

Авторами составлены и выделены мероприятия, позволяющие улучшить экологическую ситуацию в сфере железнодорожного транспорта (табл. 49).

Таблица 49. Ключевые мероприятия «зеленой» логистики для железнодорожного транспорта

Направление «зеленой» логистики	Мероприятия
Снижение воздействия на атмосферный воздух	•оборудование вагонов котлами под пеллетное топливо; •закупка вагонов с энергоснабжением; •оборудование вагонов системами автоматического лучистого отопления; •перевод котельных с жидкого топлива на газ.
Снижение воздействия на водные ресурсы	•реконструкция очистных сооружений вагонных депо; •реконструкция вагономоечных комплексов с оборотным водоснабжением.
Снижение воздействия на почвы и земли	•восстановление сельхозугодий; •использование придорожных защитных лесных насаждений для снижения проникновения поллютантов в почву.
Снижение воздействия на животный мир	•увеличение числа специальных переходов для животных; •сокращение зон акустического дискомфорта.
Снижение акустического воздействия на животных и человека	•шупомодавляющие средства (спецограждения, лесопосадки и т.д.); •использование бесстыковых путей, между рельсами с использованием резиновых прокладок.
Снижение негативного воздействия в области обращения с отходами	•установка в вагоны экологически чистых туалетных комплексов; •раздельное накопление различных групп отходов в поездах.
Энергосбережение	•«умные» вокзалы - применение альтернативных источников энергии для отопления и электроснабжения; •закупка вагонов с энергоснабжением.

При соблюдении ключевых направлений деятельности железнодорожного транспорта и учете опыта применения методов «зеленой» логистики появляется возможность выхода Российской Федерации на европейский уровень по величинам эколого-экономических показателей. Приведенные авторами мероприятия направлены на сохранение чистоты окружающей среды и здоровья населения и позволят в полной мере «озеленить» логистическую деятельность города.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В исследовании подробно рассмотрены транспортная логистика и ее тренды в разрезе транспортных средств и их влияния на окружающую природную среду, а также внедрение «зеленых» технологий в деятельность транспортных систем: для морского и речного, железнодорожного, автомобильного транспорта, гражданской авиации.

Транспортная инфраструктура города Санкт-Петербурга достаточно сложна и из-за большого количества индивидуальных и общегородских транспортных средств, развязок образовался значительный комплекс проблем, в том числе и экологических, в основном связанных с выбросами вредных газов в атмосферный воздух. В монографии представлен зарубежный и отечественный опыт цифровизации логистической деятельности – формирования специализированных дорожных покрытий, системы автоматизированных светофоров, автоуправляемой специализированной техники, применение современных кейс-технологий и определена возможность применения этого опыта для отечественных городов.

Положения «зеленой» логистики позволяют сформировать новые подходы к использованию транспортной системы: экологичные автомобили, формирование маршрутов с наименьшей концентрацией выбросов вредных веществ, использование системы оценки для морской логистики на основе Clean Shipping Index, оценка выбросов от эксплуатации самолетов, относящихся к гражданской авиации. Авторами предложена методика расчета по «Green Avto Index», а также составлены рейтинги районов по загрязненности атмосферного воздуха. По всем направлениям логистической деятельности представлены варианты маршрутизации потоков транспорта в соответствии с городской инфраструктурой и статистическими данными по транспортным средствам, характерным для данного региона.

Маршрутизация транспортных потоков – один из наиболее эффективных логистических методов, позволяющих улучшить использование транспорта в городе, сделать его экологичным и экономически эффективным.

Таким образом, внедрение положений «зеленой» логистики позволит Санкт-Петербургу развиваться в соответствии с условиями устойчивого развития и мировым нормативно-правовым актам (Киотский протокол, Хельсинская конвенция и др.) и создавать менее экологически опасную среду обитания для здоровья будущих поколений и современного человечества.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стратегия социально-экономического развития Северо-Западного федерального округа на период до 2020 года. [Электронный ресурс]. — URL: http://www.minregion.ru/pages/433?locale=ru

2. Аналитическая записка «Транспортные проблемы Санкт-Петербурга, решаемые на уровне комплексного планирования территориальной транспортной системы» (отчет ООО «Лаборатория градопланирования» от 29.05.2015 г.).

3. Отчет «Западный скоростной диаметр. Нетехническое резюме» [Электронный ресурс]. – URL: https://bankwatch.org/documents/1_NTS_RU.pdf

4. Доклад об итогах работы Комитета по транспорту за 2016 год и о планах работы на 2017 год. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.gov.spb.ru/static/writable/mediact/materials/2017/03/17/1_

5. Доклад «Технология умных городов» − Санкт-Петербург − 2017 год. [Электронный ресурс]. – URL: https://rusenergyweek.com

6. Программа развития авиации общего назначения в Санкт-Петербурге на 2016-2020 годы. − [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/456013660

7. Методология измерений и показатели зеленого роста ОЭСР – [Электронный ресурс]. – URL: http://www.oecd.org/environment/outreach/

8. Clean Shipping Index. Methodology and Reporting Guidelines 2018, Gothenburg, Sweden, 2018.

9. Paul R. Green logistics: Comparative views of environmental progressives, moderates, and conservatives / R. Paul, F. Richard Poist, Ch. Braunschweig // Council of Logistics Management. – 1996. [Электронный ресурс]. − URL: http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3705/is_l99601/ai_n8748499/print.

10. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. [Электронный ресурс]. – 2018 – URL: http://upload.wikimedia.org/wikisource/en/d/d7/ Our-common-future.pdf.

11. Jätkäsaari: a new maritime inner city district [Электронный ресурс]. – City Planning department. Helsinki, 2009. – URL: http://www.hel.fi/hel2/ksv/

12.Kalasatama [Электронный ресурс] City Planning department. Printed by Edita Prima Oy. Helsinki, 2011. – URL: http://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut

13.Андрианов В. Д. «Железнодорожный транспорт России: современное состояние, проблемы и перспективы развития». [Электронный ресурс]. – URL: http://russiantourism.ru/experts-rt/experts-rt_21468.html

14.Асатуров М.Л. Загрязнение окружающей среды при авиатранспортных процессах: учебное пособие / Университет гражданской авиации. – СПб., 2010.

15. Аэропорты и аэродромы России // Приложение к информационно-аналитической газете «Транспорт России». − 2010. − 12 с.

16.Варыгина О.С. Эколого-ориентированные подходы в логистическом развитии предприятий и компаний // Форсайт логистики: Будущее логистики глазами молодых ученых: сб. матер. Международной форсайт-сессии. Санкт-Петербург, 28 февраля 2018 г. / под ред. Т.Г. Шульженко. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2018. – С. 156-162.

17.Вержбицкий О. Экологистика: экономика и экология. // Дистрибуция и логистика. − 2012. − №10. – С.8-13.

18.Воронков А.Н., Точков А.Г., Вакуленко Р.Я. Направления применения «зеленых» технологий в логистике // Вестник Сам ГУПС. – 2012. − №2.– С. 62 – 69.

19. Динукова О. А. «Зеленая» логистика в концепции устойчивого развития – 2012 - [Электронный ресурс]. − URL: https://docplayer.ru/70099911-Nauka-xxi-veka-aktualnye-napravleniya-razvitiya.html

20. Донченко В.В., Манусаджянц Ж.Г., Самойлова Л.Г., Пекарский И.В., Валяев Б.В., Панков Ю.Н. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на предприятиях железнодорожного транспорта. – 2017. − [Электронный ресурс]. − URL: http://docs.cntd.ru/document/1200031568

21. Журавская М.А. «Зеленая» логистика – стратегия успеха в развитии современного транспорта // Вестник Уральского государственного университета путей и сообщения. – 2015. – № 1 (25). – С. 38-48.

22. Журавская М. А., Смородинцева Е. Е., Морозова О. Ю., Уткина Г. В. Организация и развитие мультимодальных пассажирских перевозок — важная часть экологической стратегии ОАО «РЖД». – 2015. − [Электронный ресурс]. − URL: www.usurt.ru/uploads/main/01g/5633507f765

23.Казанцев И.В. Железнодорожный транспорт как источник загрязнения агроландшафтов тяжелыми металлами // Самарский научный вестник. − 2014. − № 2 (7). − С. 41-43.

24.Капустина Л.М. «Зеленые» технологии в логистической деятельности // Известия УР ГЭУ. – 2016. – №2 (64). – С. 114 – 122.

25.Кириллов А.М., Дмитриев И.И. «Умные» дороги и интеллектуальная транспортная система. − [Электронный ресурс]. − URL: http://unistroy.spbstu.ru/index_2017_53/1_dmitriev_53.pdf

26.Кирясов А.С. Формирование эффективной транспортно-логистической системы регионального уровня на основе концепции устойчивого развития // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2012. – №1 (68). – С. 299-303.

27. Копылова А.С., Амзеев А.Н., Ивакина И.Т. Анализ транспортной сети Санкт-Петербурга, ее проблемы и возможные пути решения // Молодежный научный форум: Общественные и экономические науки: электр. сб. ст. по матер. XI Междунар. студ. науч.-практ. конф. – 2014. – № 4(11). – С. 14-25.

28. Логунова В.Г. Развитие концепции «зелёная» логистика в сфере грузоперевозок в России. – 2016. − [Электронный ресурс]. − URL: http://rostov-logist.ru/teoriya-logistiki/zelenaya-logistika/

29. Луцкевич А.М., Крестьянцев А.Б. Использование СПГ на водном транспорте: утопия или разумный выбор? – М., 2014. − [Электронный ресурс]. − URL: http://oilandgasforum.ru/data/files/Day3/Lutskevich.pdf

30. Любимов Я.Е. Экологическая направленность системы городского транспорта на примере региона Хельсинки — Уусимаа: сопоставление с Санкт-Петербургом. − [Электронный ресурс]. – 2014. – URL: http://www.rshu.ru/university/notes/archive/issue47/maket-47el-145-156.pdf

31.Медведева М.В., Титова Т.С., Федорец Н.Г., Пеккоев А.Н. Экологическая оценка влияния железнодорожного транспорта на свойства почв и прирост соснового древостоя // Экология и промышленность России. – 2016. − № 1. − С. 48-53.

32. Никитин Н.А. Влияние железнодорожного транспорта на развитие процессов водной эрозии почв полосы отвода железных дорог в лесостепной зоне Низкого Заволжья Самарской области // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. − 2011. − № 3. − С. 50-63.

33. Омельченко И. Н., Александров А. А., Бром А. Е., Белова О. В. Основные направления развития логистики XXI века: ресурсосбережение, энергетика и экология // Гуманитарный вестник. – 2013. - Вып. 10. – 220 с. – [Электронный ресурс]. − URL: http://hmbul.bmstu.ru / catalog / econom / log / 118.html

34. Особенности и проблемы развития трубопроводного транспорта — [Электронный ресурс]. − URL: http://spb-tei.ru/2008/09/17/truboprovodnyjj-transport

35. Панасенко Е.В. Логистика. – [Электронный ресурс]: учебное пособие. – М.: Инфра-Инженерия, 2013. - 224 с.

36. Пепина Л.А., Созонтова А.Н. Загрязнение атмосферного воздуха автомобильно-дорожным комплексом. – [Электронный ресурс]. – URL: http://alfabuild.spbstu.ru/index_2017_1/8_1.pdf

37.Рыкалин А. Логистическое обеспечение и сопровождение реализации экологических ресурсосберегающих проектов // Логистика. − 2015. − №11. − С. 46-50.

38. Сазонов Э.В., Сухорукова И.А. Оценка шумового загрязнения территорий поселений, находящихся в зоне влияния аэродромов // Вестник МГСУ. – 2012. − № 2. – С 130 -134.

39. Сборник материалов Международного экологического форума "День Балтийского моря" 2018. – СПб.: Изд-во ООО «Свое издательство», 2018. – 308 с.

40. Цыбенкова Е.Ю., Пыхова Е.Ю. «Зеленая» логистика: теоретические аспекты // Панорама – Воронежский государственный университет. – 2015. – С. 15-19.

41.Черкасов В.В. Техносферная и экологическая безопасность на транспорте // Железнодорожный транспорт. – 2011. − №2. − С. 28-33.

42. Чистяков А.Н., Соколов Ю.В. Балтийская трубопроводная система (БТС). Окно в Европу // Лики России – Санкт-Петербург. – 2002. – 101 с.

43.Эльдарханов Х. Ю. Логистика: управление городским грузодвижением. − Тамбов: Грамота, 2008. − 143 с.

44. Официальный сайт Аэропорта Пулково. – 2019. – [Электронный ресурс]. – URL: https://pulkovoairport.ru

45.Официальный сайт Федеральной государственной службы статистики. – [Электронный ресурс]. − URL: http://www.gks.ru.

46.[Электронный ресурс]. − URL: https://novainfo.ru/article/6047

47.[Электронный ресурс]. − URL: https://studwood.ru/592479

48.[Электронный ресурс]. − URL: http://www.logistics.dbschenker.de

49.[Электронный ресурс]. − URL: http://www.elc-ua.com/ru/news/60

50.[Электронный ресурс]. – URL: http://geolike.ru/page/gl_2611.htm

51.[Электронный ресурс]. – URL: https://ok-inform.ru/economics

52.[Электронный ресурс]. – URL: http://www.interfax.ru/business/588115

53.[Электронный ресурс]. – URL: http://gorod-812.ru/spasite-nashi-ushi/

54.[Электронный ресурс]. – URL: https://stpeterline.com/

55.[Электронный ресурс]. – URL: https://www.gov.spb.ru/

Научное издание

Трейман М.Г., Терешкин А.В., Кодряну Е.Ю.,
Варыгина О.С., Ефремкина П.А.

Совершенствование транспортной системы Санкт-Петербурга с использованием «зеленой» логистики

Монография

Редактор и техн. редактор Л.Я. Титова Темплан 2018 г., поз.123

Подп. к печати 17.12.2018. Формат 60х84/16. Бумага тип. №1.
Печать офсетная. 6,25 печ.л.; 6,25 уч.-изд.л. Тираж 100 экз. Изд. № 123.
Цена «С». Заказ

Ризограф Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД.
198095, СПб., ул. Ивана Черных, 4