

**И. Н. Пугачев, Ю. И. Куликов, А. Э. Горев,
Г. Я. Маркелов, Т. Е. Кондратенко**

**СИНЕРГИЯ КОНЦЕПТОВ РАЗВИТИЯ
ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ
СОВРЕМЕННОЙ УРБАНИЗАЦИИ РОССИИ**



**СИНЕРГИЯ КОНЦЕПТОВ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНЫХ
СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ УРБАНИЗАЦИИ РОССИИ**

**И. Н. Пугачев, Ю. И. Куликов, А. Э. Горев,
Г. Я. Маркелов, Т. Е. Кондратенко**

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет

**И. Н. Пугачев, Ю. И. Куликов, А. Э. Горев,
Г. Я. Маркелов, Т. Е. Кондратенко**

**СИНЕРГИЯ КОНЦЕПТОВ РАЗВИТИЯ
ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ
СОВРЕМЕННОЙ УРБАНИЗАЦИИ РОССИИ**

Монография

Санкт-Петербург
2019

УДК 656

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор *В. Н. Мячин* (Научно-исследовательский и проектный институт территориального развития и транспортной инфраструктуры);

д-р техн. наук, профессор *С. А. Евтюков* (Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)

Синергия концептов развития транспортных систем в условиях современной урбанизации России : моногр. / И. Н. Пугачев, Ю. И. Куликов, А. Э. Горев [и др.] ; СПбГАСУ. – СПб., 2019. – 212 с.

ISBN 978-5-9227-0998-9

Рассматриваются вопросы инновационного развития транспортных систем, обеспечивающих жизнедеятельность современных городов. Глобальная мировая автомобилизация породила множество проблем, поиск решений которых предлагается осуществлять в рамках трех концептов: «Безопасный город», «Интеллектуальный город» и «Комфортный город». Обозначенные концепты в совокупности не только определяют конечную цель стратегии развития городских транспортных систем – формирование безопасных и удобных для жизни и работы городов, но и вписываются в приоритеты федеральных программ стратегического развития России. Их синергия предусматривает объединение, согласование и адаптацию положительного опыта решения сходных транспортных проблем в различных городах.

Разработка программ концептов, а также исследования проблем повышения безопасности дорожного движения и увеличения эффективности пассажирских перевозок реализованы на примере городов-партнеров: крупного города Хабаровска и мегаполиса Санкт-Петербурга.

Представленные научные результаты, выводы и предложения могут быть использованы в учебном процессе студентов транспортных специальностей, а также в практической деятельности специалистов, занимающихся вопросами городского транспортного проектирования и организации пассажирских перевозок.

Табл. 32. Ил. 65. Библиогр.: 57 назв.

ISBN 978-5-9227-0998-9

© Коллектив авторов, 2019

© Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2019

Список использованных аббревиатур

АСОП ГПТ – автоматизированная система оплаты проезда в городском пассажирском транспорте
АТС – автотранспортное средство
БДД – безопасность дорожного движения
ИСУ ДТК – интеллектуальная система управления дорожно-транспортным комплексом
ИТС – интеллектуальная транспортная система
ГНСС (GNSS) – глобальная спутниковая навигация (Global Navigation Satellite System)
ГПТ – городской пассажирский транспорт
ГЭТ – городской электрический транспорт
ДВС – двигатель внутреннего сгорания
ДТП – дорожно-транспортное происшествие
КИП – комплексные индикаторы процесса
НВПТ – новые виды пассажирского транспорта
НИС – навигационно-информационные системы
НТОП – наземный транспорт общего пользования
ПДД – Правила дорожного движения
ПО СУБД – программное обеспечение системы управления базами данных
ПС – подвижной состав
ТС – транспортное средство
УДС – улично-дорожная сеть

ВВЕДЕНИЕ

В эпоху глобальной автомобилизации городов и стран мира значительно усложнились проблемы, связанные с удовлетворением спроса населения на транспортные услуги. Они перешли в сферы транспортного градостроительного проектирования, урбанизации и организации дорожного движения и требуют инновационных креативных решений и соответствующего кадрового обеспечения.

Урбанизация (от лат. urbanus – городской) представляет собой «процесс роста городов, городского населения и распространения городского образа жизни по странам мира, имеющий свои исторические корни, национальные особенности и количественные характеристики»¹.

Не вдаваясь в историческую глубину процесса, отметим, что указанные его признаки являются, по нашему мнению, достаточными для увязки городских транспортных систем с современной стратегией урбанизации. Мировая практика развития городов определила разнообразные формы объединения городских поселений и новые тенденции урбанизации, такие как:

- *агломерация* – слияние нескольких городов в единое поселение;
- *конурбация* – объединение крупнейших городов или тесно связанных агломераций близко расположенных городов;
- *мегалополисы* – гигантские городские поселения ленточного или ареального типа, связанные автомобильным, железнодорожным или водным сообщением;
- *субурбанизация* – тенденция переселения городских жителей в пригороды;
- *дезурбанизация бизнеса* – перемещение сервисной экономики в пригородные зоны вслед за населением.

¹ *Перцик Е. Н.* Города мира: География мировой урбанизации. М.: Междунар. отношения, 1999. 380 с.

При этом все указанные формы являются транспортно-формирующими объектами для внутригородских и внешних сообщений.

Несмотря на локальные различия и специфические особенности развития городов, идеология стратегического развития должна быть по возможности единой, реализуемой в трех направлениях:

- 1) комфортность жизни и работы граждан;
- 2) социальная безопасность;
- 3) доступность и качество услуг всех видов городской инфраструктуры.

Формирование транспортных систем любых городов следует основывать на балансе транспортного спроса и оптимизационного комплексного предложения, учитывающего потребность всех заинтересованных сторон в стратегическом развитии транспорта.

Из всех видов городского транспорта наибольшую социальную значимость имеет городской пассажирский транспорт (ГПТ) общего пользования (автобус, трамвай, метрополитен и пр.), обеспечивающий жизнедеятельность города. По вместимости транспортных средств (ТС) пассажирский транспорт подразделяется на массовый (общественный) и индивидуальный (легковые автомобили, мопеды, мотоциклы, велосипеды и др.). Мировая практика эксплуатации в городах легковых автомобилей и такси показала, что они не могут стать альтернативой общественному ГПТ из-за малой провозной способности и конструктивной неэффективности использования полезной транспортной площади и лишь повышают загрузку улично-дорожной сети (УДС). Наиболее остро подобные транспортные проблемы проявляются в крупных городах и столицах.

Следует отметить, что в зарубежных городах и странах решение транспортных проблем происходит в условиях высочайшего уровня автомобилизации: так, в США в среднем 800 собственных легковых автомобилей на 1000 чел., в Европе – 600. В РФ, по данным Росстата на 1 января 2016 г., этот показатель составлял 300 автомобилей на 1000 чел.

Стратегическим направлением развития крупных городов РФ, столиц и городов стран СНГ, где пространственные ресурсы развития экономики, социальной среды и транспортных возможно-

стей близки к исчерпанию, является консолидация современных требований к разработке стратегий развития городов и их транспортных систем. Для организации совместных действий в целях социально-экономического развития городов в 2008 г. была создана Международная ассамблея столиц и крупных городов. В настоящее время в ее состав входит 87 городов из 9 стран СНГ, в основу разработки стратегий развития которых положено устранение противоречий между потребностями и ресурсами.

Состояние общественного ГПТ в российских городах не соответствует современной мировой практике по целому ряду инновационных характеристик. В Национальной концепции устойчивых городских транспортных систем², подготовленной по заказу Министерства транспорта РФ, отмечаются следующие причины сложившейся ситуации:

- в большинстве городов России городской транспорт не рассматривается как единое целое ни с функциональной, ни с пространственной точки зрения; территориальное планирование практически никак не связано с транспортным, что затрудняет создание городской агломерации, объединяющей близлежащие муниципальные образования, границы землепользования которых не урегулированы в правовом отношении;
- финансирование нужд городского транспорта недостаточно по объему, носит непредсказуемый характер и не проходит процесс стратегического планирования;
- российским городам следует закрепить свой институциональный и технический потенциал в различных функциональных областях (содержание автомобильных дорог, организация и безопасность дорожного движения, интеграция работы различных видов транспорта, регулирование спроса на пользование индивиду-

² Национальная концепция устойчивых городских транспортных систем: Предложения по усовершенствованию системы городского транспорта в российских городах: Отчет Всемирного банка № 73228-RU. М.: Алекс (ИП Поликанин А. А.), 2013. 192 с.

альным транспортом, тарифная политика, спутниковый мониторинг, цивилизованные способы оплаты транспортных услуг и др.);

- необходимо реформирование системы организации регулярных перевозок пассажиров и багажа на общественных видах транспорта с учетом качества обслуживания, льгот, соблюдения социальных стандартов (в том числе для маломобильных граждан) и конкурсного отбора транспортных операторов (перевозчиков).

Федеральный закон «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 13.07.2015 № 220-ФЗ и постановление Правительства РФ «Об утверждении требований к программам комплексного развития транспортной инфраструктуры поселений, городских округов» от 25.12.2015 № 1440 определили нормативно-правовые полномочия администраций поселений и городских округов в области совершенствования регулярных пассажирских перевозок.

Выход этих документов, в частности, послужил мотивационным импульсом для проведения администрацией г. Хабаровска тендера на выполнение научно-исследовательской работы по оптимизации комплексной системы обслуживания населения общественным транспортом. При этом статус Хабаровска как городского округа и административного центра Хабаровского края с перспективной миссией столицы Дальнего Востока международного значения потребовал оптимизации комплексной системы обслуживания населения на уровне международных технологий и показателей с использованием инновационной нормативно-правовой базы, современного программного продукта PTV Visum (трансфер немецких технологий) и модифицированной технологии обслуживания пассажиров. Следует отметить, что применявшиеся ранее на ГПТ Хабаровска традиционные методы сплошного обследования пассажиропотока были очень трудоемкими и финансово затратными. Они не позволяли изменить маршрутную сеть города из-за недостоверности получаемой информации, исчерпали свои возможности в решении оптимизационных задач и потерпели практическое фиаско.

Общность транспортных проблем позволяет адаптировать все инновационные разработки в сферах исследований транспортного спроса, транспортного проектирования, генерального планирования городов, качества транспортных услуг, социальных стандартов, технологий транспортного обслуживания и в других направлениях деятельности к условиям любого города и страны. Примером такой адаптации может служить использование в моделировании работы ГПТ Хабаровска вышеупомянутой системы PTV Visum, доказавшей свою эффективность также в странах СНГ, Европе, Китае и др.

Проведенный анализ показал, что проблемы развития транспортных систем в городах РФ приобрели общероссийский характер и при отсутствии необходимых финансовых возможностей каждый город ищет свои пути для их решения.

Глава 1. ЗНАЧЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ В СТРАТЕГИЧЕСКОМ ПЛАНИРОВАНИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДОВ

1.1. Особенности современной урбанизации и транспортного развития городов

Процесс современной урбанизации в РФ характеризуется преобладанием городского населения, устойчиво составляющего 74 % (143 666,9 тыс. чел. на 1 января 2014 г.) от общей численности населения РФ, и интенсивным ростом автомобилизации, средний уровень которой в период с 2000 по 2016 г. возрос в 2,3 раза. Безудержная автомобилизация городов породила кризис обслуживания населения всеми видами городского уличного транспорта, особенно в часы пик: образование дорожных заторов резко снижает скорость перемещения пассажиров и оперативной доставки грузов, атмосфера городов загрязняется отработавшими газами, увеличивается транспортный шум, повышается аварийность, блокируется движение специального транспорта экстренных аварийных служб, осложняются градостроительные проблемы, связанные с реконструкцией УДС, парковкой и хранением легковых автомобилей и пр.

В отечественной градостроительной проектной и нормативной практике принята классификация городов по численности населения, совпадающая с их транспортной классификацией³. Города подразделяются на крупнейшие (более 1 млн чел.), крупные (свыше 500 тыс. до 1 млн чел.), большие (свыше 100 до 500 тыс. чел.), средние (свыше 50 до 100 тыс. чел.) и малые (до 50 тыс. чел.).

В настоящее время, по данным Росстата, в РФ имеется 1112 городов (в том числе 15 крупнейших, 36 крупных и 133 больших)

³ Овечников Е. В., Фишельсон М. С. Городской транспорт. М.: Высш. школа, 1976. 351 с.

и 1204 поселка городского типа. ГПТ общего пользования охвачено 893 города, в том числе: автобусным – 893; трамвайным – 61 (в том числе скоростным – 4 города: Волгоград, Ижевск, Старый Оскол, Усть-Илимск); троллейбусным – 85; метрополитеном – 7 (Москва, Санкт-Петербург, Екатеринбург, Нижний Новгород, Новосибирск, Самара, Казань).

Сегодня в России наметилась тенденция к созданию агломераций, объединяющих близлежащие города, путем строительства качественных дорог и новых транспортных инфраструктур, обеспечивающих социально-экономические связи в сферах труда, быта и отдыха населения, единство экономического пространства, мобильность и новое качество жизни людей в пределах единой территории городского региона. При этом расширяются возможности развития внутреннего и международного регионального въездного туризма. Примером такой агломерации является, в частности, Ростов-на-Дону, где построен новый аэропорт Платов, который будет объединен автомобильными и железными дорогами с Новочеркасском, Таганрогом, Аксаем, Батайском и Азовом. Иркутск будет объединен с Ангарском и Шелиховым, Владивосток – с Артемом, Находкой и Уссурийском. К очень крупным городским агломерациям относятся мегаполисы федерального значения Москва и Санкт-Петербург, уже вплотную занимающиеся решением транспортных проблем.

Площадь территории РФ, по данным Росреестра, составляет 17 098,2 тыс. км², что обеспечивает среднюю плотность населения по стране 8,4 чел./км² и обуславливает большие перспективные пространственные возможности развития агломераций и других форм объединения.

С ростом населенности и расширением городов увеличиваются объемы перевозок пассажиров, товаров народного потребления и бытовых отходов. Таким образом, современная урбанизация и развитие городов неразрывно взаимосвязаны с транспортом, определяющим технические возможности жизнедеятельности и жизнеобеспечения любого города.

1.2. Структура транспортной системы города

Транспортная система города включает совокупность транспортных подсистем и их структурных элементов⁴, обеспечивающих транспортное сообщение в границах города и агломерации. Достаточно полное представление о возможных подсистемах и структурных элементах транспортной системы любого города дает схема, представленная на рис. 1.1.

В подсистему «Промышленный транспорт» входят транспортные подразделения промышленных предприятий, имеющих обособленные территории и подъездные пути для связи с городским и внешним транспортом.

Подсистема «Внешний транспорт» разделена по видам транспорта, каждый из которых дислоцирован на обособленной территории в границах города и обеспечивает внешнюю связь города через вводы внешних магистралей.

Подсистема «Городской транспорт» подразделяется по видам транспорта и соответствующим объектам транспортной инфраструктуры, обеспечивающим нормальное функционирование транспорта: парк подвижного состава (ПС), пути сообщения по видам транспорта, сети обслуживания, технические средства управления движением. Движение городского транспорта управляется светофорным регулированием с центрального пункта управления. Центральная диспетчерская станция, подчиненная органам местного самоуправления, обеспечивает управление движением автобусов на маршрутах и его контроль.

Предлагаемая нами подсистема «Новые виды транспорта» предусматривает использование во внутригородском и внешнем сообщении нетрадиционных видов транспорта, уже показавших свою эффективность за рубежом. Например, в Японии Международный аэропорт Токио (аэропорт Ханэда), расположенный на острове,

⁴ Овечников Е. В., Фишельсон М. С. Городской транспорт. М.: Высш. школа, 1976. 351 с.

связан с ж.-д. вокзалом Хамамацутё в центре города монорельсовой дорогой навесного типа протяженностью 13,2 км. Некоторые агломерации в Германии также связывают линии монорельсовых дорог навесного типа Transrapid с поездами на магнитной подвеске.

В РФ на 1 января 2014 г. ПС насчитывал: 17,2 тыс. автобусов; 10,7 тыс. троллейбусов; 8,3 тыс. трамвайных вагонов; 7 тыс. вагонов метро; 41 428 легковых автомобилей.

Сложившаяся структура пассажирских перевозок по основным видам ГПТ представлена в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Структура пассажирских перевозок в РФ по видам транспорта во внутригородском сообщении в 2017 г., % на конец года

Вид транспорта	Перевозки пассажиров	Пассажирооборот
Автобус	47	40
Троллейбус	12	5
Трамвай	12	6
Метрополитен	29	49

1.3. Виды и характеристики городского транспорта

Современный городской транспорт в зависимости от назначения делится на следующие виды:

- *пассажирский* (автобусы, трамваи, троллейбусы, метро, глубокие вводы электрифицированной железной дороги, легковые автомобили, мотоциклы, мотороллеры, велосипеды, мопеды, специфические и новые виды транспорта);
- *грузовой* (грузовые автомобили, трамваи, троллейбусы и поезда метрополитена);
- *специальный* (пожарные, санитарные, коммунальные, эвакуационные и патрульные автомобили, техпомощь, автомобили МЧС и т. п.).

1.3. Виды и характеристики городского транспорта

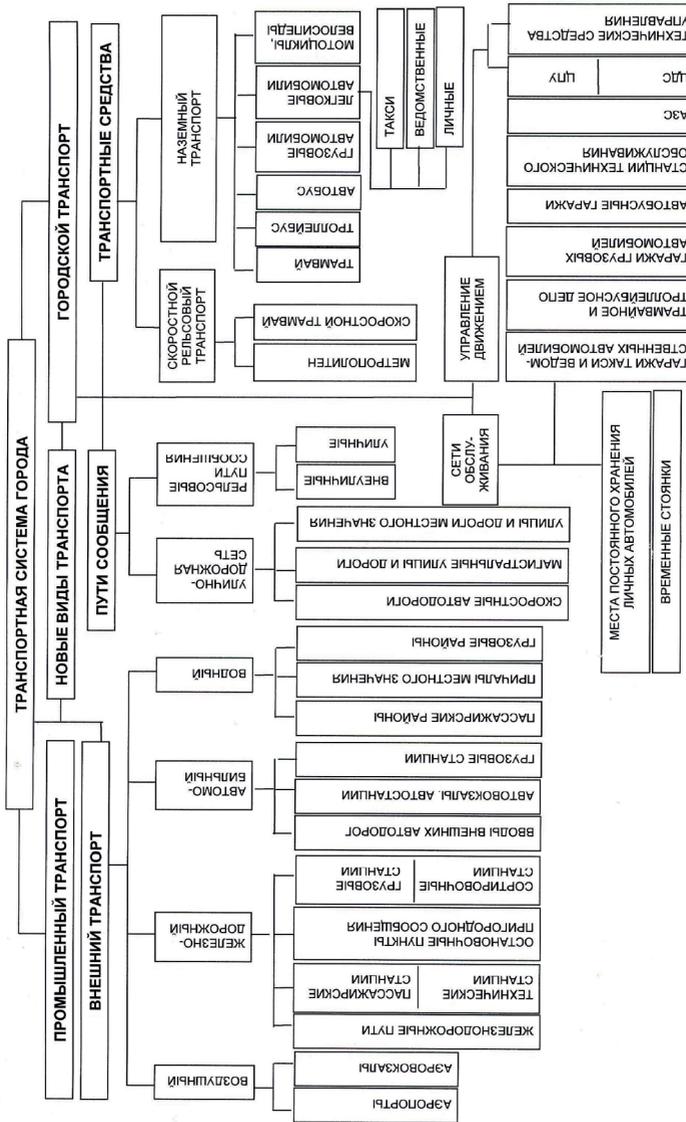


Рис. 1.1. Подсистемы и структурные элементы транспортной системы города

Из всех видов городского транспорта наибольшую значимость имеет ГПТ, по сравнению с индивидуальным пассажирским транспортом характеризующийся значительной вместимостью, высокой провозной способностью и регулярностью движения.

Городской транспорт также классифицируется:

- по типу двигателя (*электрический и автомобильный*);
- по типу путей сообщения (*рельсовый и безрельсовый*);
- по расположению путей сообщения относительно УДС (*уличный и внеуличный – скоростной*).

Важными характеристиками ГПТ являются скорость сообщения и провозная способность.

В табл. 1.2 представлено сравнение уличных и внеуличных видов ГПТ по скорости сообщения. Как видно, на внеуличном транспорте достигается более высокая скорость, поэтому его принято считать скоростным.

Таблица 1.2

Скорость сообщения на различных видах ГПТ

Виды транспорта	Скорость сообщения, км/ч
<i>Уличный транспорт</i>	
Автобус	17–18
Троллейбус	16–17
Трамвай	15–16
Легковой автомобиль	22–25
<i>Внеуличный транспорт</i>	
Метрополитен	35–40
Подземный (скоростной) трамвай	30–35
Электрифицированная железная дорога	40–45
Монорельсовый транспорт	70–80
Вертолет	90–100

Провозная способность транспорта зависит от вместимости транспортных единиц, устанавливаемой заводом-изготовителем, и пропускной способности объектов транспортной инфраструктуры.

К основным видам ГПТ относятся автобусы, троллейбусы, трамваи и метрополитен.

Автобусный транспорт наиболее распространен во всех городах РФ и занимает доминирующее положение по показателям перевозочной работы. Он требует наличия автобусных гаражей для профилактического ремонта, технического обслуживания и хранения ТС.

Основными достоинствами автобусного транспорта являются мобильность, высокая маневренность, автономность движения на различных городских маршрутах (радиальных, диаметральных, полудиаметральных, хордовых, кольцевых, комбинированных) и широкий спектр режимов движения (обычный, скоростной, экспресс, полужэкспресс и др.).

Троллейбусный транспорт, в отличие от автобусного, нуждается в обеспечении электрической энергией, для чего необходимо устройство двухпроводной контактной сети, тяговых кабельных и воздушных сетей, тяговых подстанций. Троллейбус работает на постоянном токе напряжением 600 В, в то время как отпускается промышленный трехфазный переменный ток напряжением 6–10 кВ. Тяговые подстанции понижают полученный ток до 600–825 В с помощью трансформаторов и преобразуют трехфазный ток пониженного напряжения в постоянный с помощью преобразовательных (выпрямительных) агрегатов. Шарнирное присоединение токоприемника позволяет троллейбусу при движении отклоняться от оси контактных проводов до 4,5 м в каждую сторону.

Для эксплуатации троллейбусного транспорта требуются троллейбусные депо с ремонтными мастерскими и площадками для хранения ТС, тяговые подстанции, а также предприятия, обслуживающие контактную и кабельную сети и организующие диспетчерскую связь.

Основные преимущества троллейбусного транспорта: экологическая безопасность, надежная работа электродвигателя в зимних

условиях, отсутствие системы охлаждения (не требует закрытых стоянок и устройств для обогрева в зимний период).

Трамвайный транспорт наземного уличного исполнения работает на постоянном токе напряжением 600 В. Контактный провод и рельсовые пути служат для направления движения вагонов и отвода отработанного тока через отсасывающий кабель обратно к отрицательным шинам тяговой подстанции. Трамвай имеет наибольшую провозную способность из всех наземных видов транспорта, особенно при использовании сочлененных или прицепных (двух- или трехвагонных) поездов.

Скоростной трамвайный транспорт подземного исполнения характеризуется повышенной скоростью сообщения из-за отсутствия помех при движении.

Для обслуживания трамвайного транспорта необходимы: депо с ремонтными мастерскими, открытая площадка с рельсовыми путями для хранения вагонов, тяговые подстанции и предприятия, обслуживающие рельсовые пути, сооружения, контактную и кабельную сети и организующие диспетчерскую связь.

Метрополитен является внеуличным транспортом и строится в городах с населением более 1 млн чел. на направлениях с устойчивыми мощными пассажиропотоками свыше 25 тыс. чел./ч в одном направлении. Линии метрополитена полностью изолируются от уличного движения путем сооружения в тоннелях, на эстакадах или на уровне земли без доступа пешеходов и транспорта (подземный, надземный и наземный метрополитен).

Линии подземного метрополитена бывают глубокого (более 12 м) или мелкого (6–12 м) заложения. Расстояния между станциями могут достигать 2 км.

Поезда метрополитена питаются постоянным током напряжением 825 В через контактный рельс, проложенный вдоль пути с левой стороны по движению поезда и закрытый по бокам изолирующим коробом.

Метрополитен отличается экологической безопасностью, большой пропускной и провозной способностью, регулярностью движения и высокой скоростью сообщения.

В городах с гористым рельефом в качестве ГПТ могут применяться фуникулеры и канатные подвесные дороги. Их провозная способность невелика, но они очень удобны для населения и являются вспомогательным транспортом локального значения.

Фуникулер представляет собой рельсовый путь с шириной колеи до 1 м, по которому передвигаются вагоны с помощью прикрепленного к ним каната, скользящего по роликам, расположенным между рельсами. Канатная тяга обеспечивается электродвигателями расположенной наверху приводной станции. Фуникулеры бывают однопутными (один вагон, попеременно поднимающийся и спускающийся) и двухпутными (два вагона, прикрепленные к двум концам каната, причем один вагон поднимается, а другой спускается).

Канатные подвесные дороги делятся на два типа: с одним подвижным тяговым канатом (кабины подвешиваются к канату и передвигаются вместе с ним) и с двумя канатами – подвижным тяговым и неподвижным несущим (кабины подвешиваются к несущему канату на роликах или катках, перемещающихся с помощью тягового каната). Наверху устраивается приводная станция с электродвигателями для привода тягового каната, а на другом конце дороги – натяжная станция для регулирования необходимого натяжения каната.

Железнодорожный транспорт частично используется в качестве ГПТ в крупных городах с глубокими вводами электрифицированных железных дорог. Для этого увеличивают количество остановочных пунктов в городской черте, что дополнительно создает пригородным пассажирам удобные возможности для беспересадочной связи с отдельными районами города и разгружает от большого скопления людей вокзалы железных дорог и привокзальные транспортные узлы и площади.

Вертолеты гражданской авиации как средство ГПТ имеют весьма ограниченное распространение в крупнейших городах. Основная сфера их применения – связь центральных районов города или курортных районов с аэропортами.

Водный транспорт применяется для перевозки пассажиров в городах, расположенных на берегах водных бассейнов, в качестве

сезонного и имеет сравнительно небольшой удельный вес в общем объеме перевозок. В основном он используется как прогулочный, а также для связи с городскими и пригородными местами отдыха и дачными поселками.

Новые виды пассажирского транспорта (НВПТ) в настоящее время пока незначительно распространены в крупных зарубежных городах и агломерациях. Следует иметь в виду, что большинство видов НВПТ были предложены много лет назад и сейчас возрождаются или совершенствуются на новой технической основе. Кроме того, существует множество НВПТ в виде проектов, патентов, идей, транспортных фантазий и опытно-эксплуатационных установок.

Монорельсовый транспорт представляет наибольший практический интерес из всех видов НВПТ. Это внеуличный надземный транспорт, пассажирские вагоны которого перемещаются по путевой балке – монорельсу, установленному на опорах на определенной высоте от поверхности земли.

Классифицируется монорельсовый транспорт следующим образом:

- по конструктивному признаку (компоновке) – *навесной и подвесной*;
- по конструкции опорно-ходовой части – *с колесной, пневматической (вакуумной), магнитной подвеской или на скользящих опорах*;
- по типу двигателя – *с электрическим приводом, с двигателем внутреннего сгорания (ДВС) с передачей вращения на опорные колеса, с воздушно-реактивным двигателем, с линейным электрическим двигателем*.

Подвесные системы монорельсового транспорта имеют две разновидности: с закрытыми путями и симметричным подвешиванием вагонов к балке на Т- или П-образных опорах для двухпутных линий (французская система «Сафаж») и с открытыми путями и несимметричным подвешиванием вагонов к балке на Г-образных опорах для однопутных линий (система Sky Way).

В навесной системе путевое устройство не защищено от атмосферных влияний.

1.4. Экологичность и безопасность транспортных коммуникаций

Монорельсовый транспорт в качестве ГПТ применяется в основном на вылетных линиях, связывающих конечные станции городского скоростного транспорта с отдельными пунктами тяготения горожан (аэропортами, зонами отдыха, близлежащими городами агломерации и т. д.).

Самая известная в мире подвесная монорельсовая дорога была открыта в г. Вуппертале (Германия) в 1901 г. С тех пор она неоднократно модернизировалась. Дорога двухпутная, на порталных опорах, с двухвагонными поездами. Ее протяженность составляет 13 км: 10 км над устьем р. Вуппер и 3 км – над улицами города. В настоящее время Вуппертальская подвесная дорога перевозит за год 16,5 млн чел. и является наиболее безопасным видом транспорта.

Последним достижением современных технологий можно считать монорельсовый транспорт навесного типа с поездами на магнитной подвеске.

1.4. Экологичность и безопасность транспортных коммуникаций

В настоящее время мировой автомобильный парк превысил 600 млн ед., из которых 85 % приходится на легковые автомобили и 15 % – на грузовые и автобусы. Основная масса автомобилей (особенно легковых и автобусов) сосредоточена в городах и агломерациях, поэтому влияние автотранспорта на экологию и аварийность доминирует в городских условиях.

Степень влияния автомобильного транспорта на экологическую обстановку зависит от уровня автомобилизации, площади территории, плотности концентрации автомобильного парка (авт./км²), используемых способов снижения токсичности отработавших газов ДВС, организации контроля технического состояния автотранспортных средств (АТС), методов определения и технических нормативов выбросов загрязняющих веществ отработавших газов ДВС и пр.

В отработавших газах ДВС автомобилей обнаружено около 200 химических соединений и элементов. Наиболее вредными и опас-

ными для живых организмов считаются оксид углерода (CO), оксиды азота (NO_x), углеводороды (C_mH_n), сажа и сернистые соединения (SO_x), выбросы которых регламентируются во многих странах мира.

Состав отработавших газов зависит от характеристик применяемых топлив, присадок и масел, режимов работы и технического состояния двигателя, условий движения, мастерства управления автомобилем, наличия системы нейтрализации отработавших газов и пр. Наибольший удельный вес в составе отработавших газов имеют оксид углерода (0,5–10 %), оксиды азота (до 0,8 %), несгоревшие углеводороды (0,2–3 %), альдегиды (до 0,2 %) и сажа.

В табл. 1.3 приведено сравнение токсичности отработавших газов бензинового и дизельного двигателей. Видно, что токсичность дизеля почти в 2,5 раза меньше, а на долю бензинового двигателя приходится наибольший выброс оксида углерода.

Таблица 1.3

Токсичность отработавших газов автомобильных двигателей

Токсичные вещества	Количество токсичных веществ на 1000 л сжигаемого топлива, кг	
	Бензиновый ДВС	Дизель
Оксид углерода	200	25
Углеводороды	25	8
Оксиды азота	20	36
Сажа	1	3
Сернистые соединения	1	30
ИТОГО	247	102

Доля АТС в общем объеме загрязнения атмосферы городов оксидом углерода достигает 60–90 % в зависимости от уровня автомоби-

1.4. Экологичность и безопасность транспортных коммуникаций

лизации, плотности концентрации автомобилей, природно-климатических условий и множества других факторов. Выброс в атмосферу автомобильным транспортом других токсичных веществ составляет до 25 % от всех источников загрязнения.

Основные направления снижения загрязнения городской атмосферы отработавшими газами:

- конструктивное повышение топливной экономичности автомобилей;
- дизелизация автопарка;
- применение систем нейтрализации отработавших газов;
- систематический контроль технического состояния ДВС и автотранспорта;
- использование альтернативных источников энергии.

Кардинальное снижение токсичности отработавших газов ДВС дает применение нейтрализаторов в выпускной системе двигателя. Различают два типа нейтрализаторов: термические и каталитические.

Термический двухкомпонентный нейтрализатор обеспечивает дожигание продуктов неполного сгорания (оксида углерода и углеводородов) в термореакторе, устанавливаемом за выпускным трубопроводом (коллектором) двигателя. Для интенсификации процесса дожигания в камеру терморектора подается дополнительный воздух. Реакция окисления проходит при температуре 500–600 °С и снижает выброс углеводородов примерно в 2 раза, а оксида углерода – в 2–3 раза.

Каталитический трехкомпонентный нейтрализатор способствует разложению оксидов азота на составные элементы – азот и кислород, используемый для окисления оксида углерода и углеводородов. Каталитические нейтрализаторы снижают токсичность отработавших газов в 10 раз при работе двигателя в различных режимах и имеют наибольшее распространение.

В РФ требования к нормам выбросов загрязняющих веществ с отработавшими газами АТС определены в Техническом регламенте Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств». Настоящий регламент устанавливает

требования к выбросам вредных (загрязняющих) веществ автомобильной техникой, оборудованной ДВС, в соответствии с правилами Европейской экономической комиссии ООН. Введение в действие технических нормативов в отношении автомобильной техники, выпускаемой в обращение на территории РФ, осуществляется в следующие сроки:

- для экологического класса 2 – с 1 апреля 2006 г. (с даты вступления Регламента в силу);
- экологического класса 3 – с 1 января 2008 г.;
- экологического класса 4 – с 1 января 2010 г.;
- экологического класса 5 – с 1 января 2014 г.;
- экологического класса 6 – с 1 января 2020 г.

Таким образом, в нашей стране, хотя и с запозданием, но взят твердый курс на переход к техническим нормативам выбросов, отвечающим международным регламентам.

Помимо загрязнения атмосферы, автотранспорт в городе является одним из главных источников шума. К основным направлениям снижения уровня шума относятся градостроительные мероприятия, рациональная транспортная планировка городов и конструктивное совершенствование шумоизоляции автомобилей.

Безопасность транспорта определяется уровнем аварийности, характеризующейся количеством дорожно-транспортных происшествий (ДТП), в которых погибли или были ранены люди, а также числом погибших и пострадавших.

Уровень аварийности на дорогах РФ приобрел масштабы национального бедствия. В табл. 1.4 представлена динамика аварийности на автотранспорте с начала третьего тысячелетия.

Графическое представление временного ряда в базисных уровнях темпов развития исследуемых показателей наглядно иллюстрирует статистический тренд их изменения (рис. 1.2).

Представленная динамика отражает результаты реализации Федеральных целевых программ «Повышение безопасности дорожного движения в 2006–2012 годах» и «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах» (первый этап). В Концепции второй из указанных программ, утвержденной распоряжением

1.4. Экологичность и безопасность транспортных коммуникаций

Правительства РФ от 27.10.2012 № 1995-р, дан полный анализ аварийности по итогам реализации первой программы и представлена характеристика параметров аварийности.

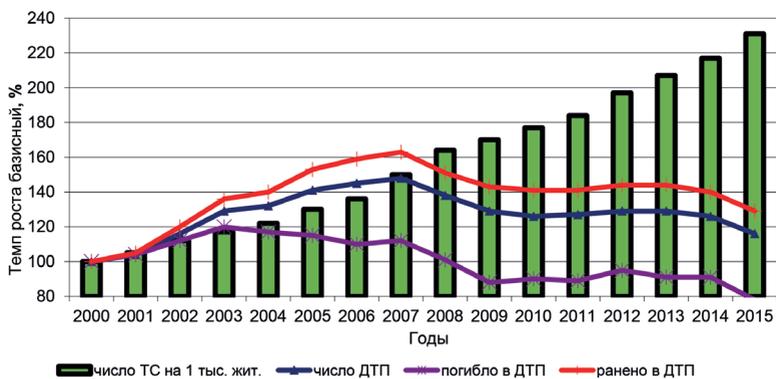


Рис. 1.2. Временной ряд в базисных уровнях темпов развития показателей аварийности и автомобилизации в РФ

Согласно статистике об аварийности на автомобильном транспорте, в сутки на дорогах РФ погибает около 100 чел. и более 600 чел. получает ранения – таков печальный итог наступившей эпохи автомобилизации.

Анализ показывает устойчивый среднегодовой прирост уровня автомобилизации в РФ примерно на 7,2 автомобиля на 1000 чел. и увеличение аварийности приблизительно на 1230 ДТП. Можно, конечно, разложить эту статистику по различным показателям, установить причинно-следственные связи ДТП, но решение проблем снижения аварийности и повышения безопасности движения автомобилей требует, по нашему мнению, системного компетентного анализа и общественного обсуждения.

Понятие безопасности автомобиля охватывает комплекс его конструктивных и эксплуатационных свойств, обеспечивающих безопасность движения, т. е. предотвращение ДТП и снижение тяжести их последствий. Различают активную и пассивную безопасность.

Таблица 1.4

**Динамика аварийности и автомобилизации
в РФ в 2000–2015 гг. (на конец года)**

Показатели	Годы															
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Число ДТП, тыс.	158	164	184	204	209	223	229	234	218	204	199	200	203,6	204	199,7	184
Темп роста (базисный), %	100	104	116	129	132	141	145	148	138	129	126	127	129	129	126	116
Погибшие в ДТП, тыс. чел.	29,6	30,9	33,2	35,6	34,5	34	32,7	33,3	29,9	26,1	26,6	26,4	28	27	27	23,1
Темп роста (базисный), %	100	104	112	120	117	115	110	112	101	88	90	89	95	91	91	78
Раненые в ДТП, тыс. чел.	179,4	187,8	215,7	243,9	251,4	274,9	285,4	292,2	270,9	257	252,2	253,4	258,6	258,4	251,8	231,2
Темп роста (базисный), %	100	105	120	136	140	153	159	163	151	143	141	141	144	144	140	129

1.4. Экологичность и безопасность транспортных коммуникаций

Число ТС на 1000 чел., ед.	130,5	137,2	145,8	153,2	159,3	169	177,8	195,4	213,5	222	231	240	257,5	260	283	302
Темп роста (базисный), %	100	105	112	117	122	130	136	150	164	170	177	184	197	207	217	231

Примечание. Базисные значения темпов роста (уровни ряда) исследуемых показателей во временном ряду с периодом в 1 год характеризуют непрерывную линию (тренд) развития. За базисный уровень приняты абсолютное значение соответствующего показателя и его темп роста за 100 % в конце 2000 г. Последующие уровни темпов роста исследуемых показателей определены как отношение абсолютного значения показателя к базисному и выражены в процентах с округлением до целых чисел.

Активная безопасность автомобиля определяется его конструктивными свойствами, обуславливающими надежность движения в различных эксплуатационных условиях: тормозными качествами, управляемостью, устойчивостью, информативностью, скоростными свойствами (динамическими качествами), плавностью хода, маневренностью, весовыми и габаритными параметрами, эргономикой труда водителя, экологической безопасностью ДВС.

Пассивная безопасность автомобиля зависит от его конструктивных свойств, предотвращающих травмы участников движения при ДТП или снижающих их степень. Она, в свою очередь, делится на два типа.

Внешняя пассивная безопасность автомобиля включает предохранение с помощью внешних элементов конструкции водителя и пассажиров от ранений, а самого автомобиля – от повреждений при столкновениях и наездах. Для этого предназначается бампер, при столкновении на небольших скоростях (8–12 км/ч) практически полностью гасящий энергию удара. При столкновении на значительной скорости бампер и передняя часть автомобиля должны поглотить значительную часть энергии удара, защищая таким образом водителя и пассажиров от тяжелых травм.

Внутренняя пассивная безопасность автомобиля предусматривает исключение травмоопасных элементов внутри кузова (кабины) и создание условий, при которых человек мог бы безопасно выдержать значительные перегрузки от ДТП. Для ее достижения служат следующие меры:

- поглощение рулем и колонкой энергии удара (телескопирование) и распределение удара по груди водителя без нанесения травм;
- обеспечение наличия индивидуальных защитных и удерживающих средств для водителя и пассажиров (наибольший практический эффект дает применение ремней безопасности, пневматических подушек и подголовников);
- отсутствие перед пассажирами и водителем острых и выступающих деталей;
- травмобезопасность выступающих деталей, ветровых и боковых стекол;

- исключение самопроизвольного открывания дверей (повышение надежности замков).

Таким образом, пассивная безопасность автомобиля должна обеспечиваться заводом-изготовителем и оставаться стабильной в процессе эксплуатации.

Активная безопасность автомобиля обеспечивается конструктивными элементами, которые в ходе эксплуатации изменяют свое техническое состояние. Требования к техническому состоянию АТС определяет ГОСТ Р 51709–2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки». Автомобили, не отвечающие этим нормам, не допускаются к эксплуатации. Перечень неисправностей и условий, при которых запрещается эксплуатация ТС, определен постановлением Правительства РФ «О внесении изменений и дополнений в Постановление Совета Министров – Правительства Российской Федерации от 23 октября 1993 г. № 1090» от 21.02.2002 № 127.

В соответствии с Федеральным законом «О безопасности дорожного движения» от 10.12.1995 № 196-ФЗ (в ред. от 27 декабря 2018 г.), в РФ устанавливаются следующие категории и подкатегории ТС, на управление которыми предоставляется специальное право:

- категория А – мотоциклы;
- категория В – автомобили (за исключением ТС категории А), разрешенная максимальная масса которых не превышает 3500 кг, а число сидячих мест, помимо сиденья водителя, не превышает восьми; автомобили категории В, сцепленные с прицепом, разрешенная максимальная масса которого не превышает 750 кг; автомобили категории В, сцепленные с прицепом, разрешенная максимальная масса которого выше 750 кг, но не превышает массу автомобиля без нагрузки (при условии, что общая разрешенная максимальная масса такого состава ТС не превышает 3500 кг);
- категория С – автомобили (за исключением ТС категории D), разрешенная максимальная масса которых превышает 3500 кг; автомобили категории С, сцепленные с прицепом, разрешенная максимальная масса которого не превышает 750 кг;

- категория D – автомобили, предназначенные для перевозки пассажиров и имеющие более восьми сидячих мест, помимо сиденья водителя; автомобили категории D, сцепленные с прицепом, разрешенная максимальная масса которого не превышает 750 кг;
- категория BE – автомобили категории B, сцепленные с прицепом, разрешенная максимальная масса которого превышает 750 кг и превышает массу автомобиля без нагрузки; автомобили категории B, сцепленные с прицепом, разрешенная максимальная масса которого превышает 750 кг (при условии, что общая разрешенная максимальная масса такого состава ТС превышает 3500 кг);
- категория CE – автомобили категории C, сцепленные с прицепом, разрешенная максимальная масса которого превышает 750 кг;
- категория DE – автомобили категории D, сцепленные с прицепом, разрешенная максимальная масса которого превышает 750 кг; сочлененные автобусы;
- категория Tm – трамваи;
- категория Tb – троллейбусы;
- категория M – мопеды и легкие квадроциклы;
- подкатегория A1 – мотоциклы с рабочим объемом ДВС, не превышающим 125 см³, и максимальной мощностью, не превышающей 11 кВт;
- подкатегория B1 – трициклы и квадроциклы;
- подкатегория C1 – автомобили (за исключением автомобилей категории D), разрешенная максимальная масса которых более 3500 кг, но не свыше 7500 кг; автомобили подкатегории C1, сцепленные с прицепом, разрешенная максимальная масса которого не превышает 750 кг;
- подкатегория D1 – автомобили, предназначенные для перевозки пассажиров и имеющие более восьми, но не более 16 сидячих мест, помимо сиденья водителя; автомобили подкатегории D1, сцепленные с прицепом, разрешенная максимальная масса которого не превышает 750 кг;
- подкатегория C1E – автомобили подкатегории C1, сцепленные с прицепом, разрешенная максимальная масса которого превы-

шает 750 кг, но не превышает массы автомобиля без нагрузки (при условии, что общая разрешенная максимальная масса такого состава ТС не превышает 12 000 кг);

- подкатегория D1E – автомобили подкатегории D1, сцепленные с прицепом, не предназначенным для перевозки пассажиров, разрешенная максимальная масса которого превышает 750 кг, но не превышает массы автомобиля без нагрузки (при условии, что общая разрешенная максимальная масса такого состава ТС не превышает 12 000 кг).

Обязательные к исполнению нормы и правила эксплуатации ТС:

- регистрация ТС в региональных управлениях ГИБДД МВД РФ с получением свидетельства и государственного регистрационного знака (номера), содержащего буквенный и цифровой индекс и цифровой двух- или трехзначный код региона (субъекта РФ); в регистрационных знаках используются 12 букв русского алфавита, аналогичных по написанию латинским (А, В, Е, К, М, Н, О, Р, С, Т, У, Х);

- обязательное страхование автогражданской ответственности (ОСАГО) (возможно и добровольное страхование – КАСКО);

- проведение технического осмотра ТС в соответствии с Федеральным законом «О техническом осмотре транспортных средств и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 01.07.2011 № 170-ФЗ;

- регламентное техническое обслуживание ТС, предусмотренное в нормативно-технической документации, которое подразделяется по периодичности, перечню и трудоемкости работ на ежедневное (ЕО), первое (ТО-1), второе (ТО-2) и сезонное (СО).

Современная особенность транспортной планировки городов в условиях обвальной автомобилизации заключается в том, что исторически сложившаяся градостроительная планировка, где уже присутствуют объекты инфраструктуры, дома и пути сообщения, ограничивает возможности реконструкции УДС, строительство парковок, гаражей и других объектов сетей обслуживания. Причиной этой проблемы, по нашему мнению, стало отсутствие упреждающей профессиональной подготовки компетентных специалистов по транспортной планировке городов. Авторский коллектив проек-

тировщиков на различных стадиях проектирования города должен принимать участие в разработке комплексных решений с учетом результатов общественных обсуждений. Это, в свою очередь, требует формирования нормативно-правовой и методической базы, а также социальных стандартов и индикаторов качества жизни населения.

Таким образом, для реализации стратегических планов развития городов и агломераций необходимы подготовка специалистов-проектировщиков городских транспортных систем и создание ассоциации научно-профессиональных кадров по решению транспортных проблем городов.

1.5. Инновационная доктрина развития городского транспорта

К городскому транспорту в собирательном смысле относятся все виды транспорта, функционирующего в границах города или агломерации. Глобальная автомобилизация стала причиной множества проблем, требующих инновационного креативного подхода и наличия высокопрофессиональных специалистов. Особенно обострились вопросы сферы пассажирских перевозок общественным и индивидуальным транспортом, переместившиеся в области транспортного градостроительного проектирования, организации и безопасности дорожного движения, использования интеллектуальных транспортных систем (ИТС) в комплексном развитии транспортной инфраструктуры городов и агломераций.

Инновационная доктрина развития городского транспорта определяет векторы модернизации его функционирования на основе Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента РФ от 01.12.2016 № 642.

Размещение объектов транспортной инфраструктуры в плане (транспортная планировка) должно осуществляться в процессе разработки генерального плана города. При этом стратегию и генеральный план развития любого города необходимо увязывать с транспортной планировкой и техническими возможностями транспортной инфра-

структуры, призванной обеспечить полное удовлетворение спроса на транспортные услуги, доступность, комфортность и безопасность перевозок граждан, а также жизнедеятельность и жизнеобеспечение города и его внешние связи с муниципальными образованиями.

Анализ состояния городского транспорта на современном этапе показал неэффективность существующей транспортной планировки городов в условиях роста автомобилизации, а также выявил приоритетность развития автомобильного транспорта общего пользования и необходимость комплексного развития городской среды и транспортных систем городов.

Лидирующая позиция автомобильного транспорта в транспортных системах городов определяет основную инфраструктуру городского транспорта, включающую УДС, ТС, сети обслуживания, технические средства управления движением, обустройство автодорог дорожными знаками и системами фотовидеофиксаций нарушения Правил дорожного движения (ПДД), центр по мониторингу безопасности дорожного движения (БДД) и другие объекты.

Высокий уровень дорожно-транспортной аварийности в РФ, особенно на территории городов и населенных пунктов, на которые приходится до 70 % ДТП (более 40 % погибших и 65 % пострадавших от общего числа), придает обеспечению БДД статус общегосударственной приоритетной проблемы, имеющей огромное социальное и экономическое значение.

Подтверждением этому стало заседание президиума Госсовета РФ по вопросу «О безопасности дорожного движения в РФ», которое прошло 14 марта 2016 г. в Ярославле под председательством Президента РФ. На нем было озвучено, что в России за последние 10 лет в результате ДТП погибло 350 тыс. чел. и более 3 млн чел. получило травмы различной степени тяжести. Это обстоятельство вызвало беспокойство Правительства Хабаровского края и явилось предпосылкой и мотивационной целью исследований состояния БДД в регионе.

Кроме того, Правительство РФ утвердило требования к программам комплексного развития транспортной инфраструктуры поселений, городских округов и агломераций в рамках предложенного Президентом РФ Приоритетного проекта «Безопасные и качествен-

ные дороги», реализация которого стартовала в 2017 г. Главными целями этого глобального проекта являются приведение дорожной сети в нормативное транспортно-эксплуатационное состояние и обеспечение необходимого уровня безопасности движения через основные целевые показатели – снижение очагов аварийности и повышение доли протяженности дорог в нормативном состоянии в следующих целевых значениях: к 2018 г. – не менее 50 %, к 2025 г. – не менее 85 %. В проекте приняли участие 37 агломераций с населением свыше 500 тыс. чел. в 34 субъектах РФ.

Вхождение Хабаровска в указанный проект подтвердило своевременность и необходимость разработки региональной концепции БДД и определило возможности софинансирования и реализации Краевой целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в Хабаровском крае». В 2017 г. в рамках проекта «Безопасные и качественные дороги» Хабаровск на условиях софинансирования сможет получить в общей сложности 1,187 млрд руб., из которых 593 млн руб. составит непосредственно федеральный грант, 475,4 млн руб. будет выделено из краевой казны, а 118,6 млн руб по условиям конкурса город должен потратить из собственного бюджета.

Следует отметить, что организация и безопасность дорожного движения по определению взаимосвязаны в системе «дорога – водитель – автомобиль – среда», функционирование которой порождает причинно-следственные факторы, приводящие к возникновению дорожно-транспортной аварийности. Аварийность характеризуется числом ДТП, где погибли или пострадали люди. При этом тяжесть последствий определяется количеством погибших на 100 пострадавших. Для сопоставительного анализа используются относительные показатели социального риска (число погибших в ДТП на 100 тыс. чел.) и транспортного риска (число погибших в ДТП на 10 тыс. ТС).

Дорожное движение в городах – это сложная динамическая система, основными показателями эффективности которой являются скорость и безопасность. С позиции системного подхода проблемы организации и безопасности городского движения требуют не только решения технических и транспортных градостроительных

задач, но и совокупности мероприятий, реализуемых при совместном участии ГИБДД, транспортных и дорожных предприятий, общественных, научно-образовательных и других организаций, относящихся к системе БДД, а также органов власти различных уровней. При этом критические факторы могут присутствовать в любых решениях, в связи с чем необходимо организовать их оценку компетентными экспертами.

В основу вышедшего в 2016 г. регионального стратегического документа «Методология разработки и реализации концепции безопасности дорожного движения и программы мероприятий на территории субъекта (на примере Хабаровского края)» заложены предложения Президента РФ и участников Госсовета по вопросу «О безопасности дорожного движения в РФ», Концепция и содержание Федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах», Методические рекомендации по разработке программ комплексного развития транспортной инфраструктуры крупнейших городских агломераций в рамках приоритетного направления стратегического развития Российской Федерации «Безопасные и качественные дороги», нормативно-правовая и учебно-методическая базы в области БДД, опыт работы различных регионов РФ в сфере повышения БДД, факторный анализ существующих условий системы межведомственных информационных взаимодействий, анализ причинно-следственных связей, способствующих возникновению ДТП и травматизма.

По результатам проведенных в Хабаровском крае исследований были выявлены недостатки в области БДД и неиспользуемые резервы, а также разработана комплексная Программа мероприятий по повышению БДД, включающая города и территории опережающего социально-экономического развития в соответствии с Федеральной целевой программой «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах». При этом рассматривалось три аспекта воздействия на реализацию представленной Программы: управленческий, законодательный и организационно-технический.

В связи с отсутствием в РФ единого органа, ответственного за организацию и безопасность дорожного движения, нами предлагает-

ся интегрированная многоуровневая схема участников Хабаровской региональной системы БДД (рис. 1.3).

Все связи в данной схеме ведут в единый Центр БДД по Хабаровскому краю, который является рабочим органом межведомственной краевой комиссии по БДД и должен выполнять следующие функции:

- ежедневный сбор информации о текущем транспортно-эксплуатационном состоянии автомобильных дорог и чрезвычайных ситуациях на автодорогах Хабаровского края регионального и межмуниципального значения;

- организация работы диспетчерской службы по контролю за текущим состоянием автодорог, оперативное устранение выявленных проблем;

- сбор, обобщение и обработка оперативных данных о параметрах транспортных потоков, весогабаритных показателях ТС, метеорологических условиях, условиях дорожного движения, состоянии автодорог и искусственных сооружений на них, выполнении дорожных работ, уровне содержания и транспортно-эксплуатационного состояния дорог, нарушениях ПДД на автодорогах регионального и межмуниципального значения;

- доведение до участников системы БДД информации по проблемам, возникающим на дорогах края;

- анализ сведений о состоянии движения на автодорогах регионального и межмуниципального значения, подготовка оперативных докладов;

- анализ и прогноз изменений параметров транспортных потоков с учетом дорожно-транспортной ситуации и дорожных условий;

- составление карт опасных участков и мест концентрации ДТП на региональных и муниципальных автодорогах;

- выявление нарушений ПДД (в частности, превышения установленного скоростного режима и весогабаритных ограничений);

- анализ мест концентрации ДТП и нарушений ПДД (результаты в виде оперативных докладов направляются участникам системы БДД; порядок, форма и периодичность докладов, а также способ организации контроля за выполнением представленных

в них рекомендаций определяются распоряжением Губернатора Хабаровского края);

- создание электронной библиотеки для участников системы БДД;

- установка, техническое обслуживание и эксплуатация систем видеофиксации нарушений ПДД;

- регистрация, систематизация и архивация поступающих материалов о транспортно-эксплуатационном состоянии автодорог регионального и межмуниципального значения;

- предоставление должностным лицам дорожных организаций и органам государственной власти необходимых данных о дорожном движении и транспортно-эксплуатационном состоянии автодорог;

- прием от Росгидромета предупреждений об экстремальных гидрометеорологических условиях и своевременное доведение их до органов управления дорожным хозяйством;

- взаимодействие с управлением ГИБДД УМВД России по Хабаровскому краю, ФКУ «Дальуправтодор», ГУ МЧС России по Хабаровскому краю, ФГБУ «Хабаровский ЦГМС-РСМЦ», муниципальными образованиями, Дальневосточным межрегиональным управлением государственного автодорожного надзора и иными организациями Хабаровского края по вопросам повышения уровня БДД и организации движения ТС по региональным и межмуниципальным автодорогам;

- создание и обслуживание контактной линии для получения информации по проблемным вопросам БДД от участников системы БДД, организаций и граждан.

Следует отметить, что созданный Хабаровский краевой центр БДД выступает в роли основной подсистемы аппаратно-программного комплекса при реализации стратегии научно-технического развития концептуальной системы «Безопасный город», направленной на решение основной задачи – построение централизованной системы обеспечения безопасности жизнедеятельности граждан.

Элементы аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» имеют территориально распределенный характер. Для по-

строения комплекса и информационного объединения всех его составляющих может использоваться единая мультисервисная телекоммуникационная сеть, особенностями которой являются обеспечение передачи разнородной информации (изображения, звука, данных информационных систем) и предоставление пользователям широкого спектра телекоммуникационных услуг. Волоконно-оптические сети, связывающие подсистемы комплекса между собой, а также с муниципальными органами государственной власти, территориальными органами федеральных служб исполнительной власти, органами местного самоуправления и бюджетными учреждениями Хабаровска, должны обеспечить потенциально полное и доступное информационное взаимодействие всех элементов комплекса, минимальную удельную стоимость единицы трафика и качественную высокоскоростную цифровую связь (в том числе передачу мультимедийной информации в режиме реального времени).

Совокупность элементов аппаратно-программного комплекса, обеспечивающего автоматизированное управление транспортной системой города, характеризуется концептуальной системой «Интеллектуальный город», основной подсистемой которой является взаимодействие внутри интеллектуальной системы управления дорожно-транспортным комплексом (ИСУ ДТК) (рис. 1.4).

Данные в системе интеллектуального города должны передаваться в виде информационных и управляющих сообщений. Онлайн-передача мультимедийных потоков по телекоммуникационным сетям осуществляется по запросу. Обработка медиапотоков происходит непосредственно на измерительных или управляющих устройствах либо на промежуточных коммутационных узлах, центральные серверы должны работать с комплексным сигналом.

Стратегические цели формирования ИСУ ДТК заключаются в подготовке инфраструктуры городской среды к реализации максимально эффективного управления дорожным движением.

Базовые составляющие организации управления:

- технические средства в автомобилях и объектах инфраструктуры;

- телекоммуникации, поддерживающие сеть связи;
- информационно-управляющая среда с объектами и элементами управления, обеспечивающими использование ИТ-технологий.

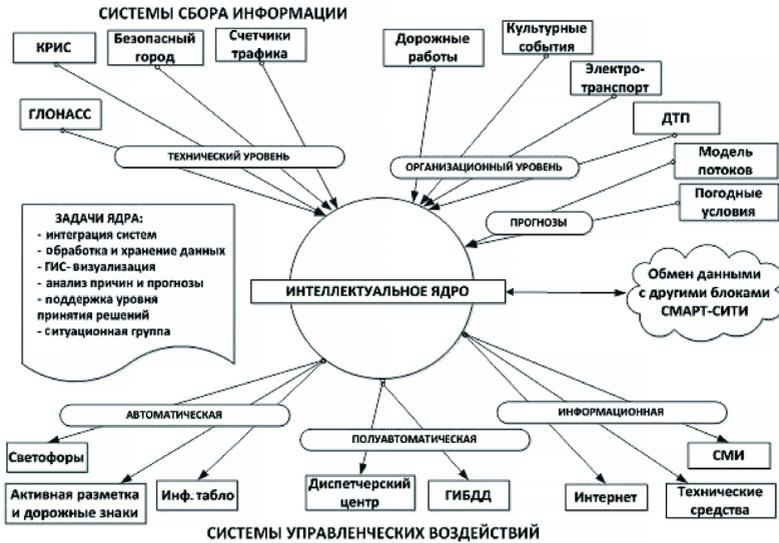


Рис. 1.4. Структурная схема ИСУ ДТК

Задачи ИСУ ДТК:

- определение и прогнозирование пропускной способности участков дорожной сети;
- измерение интенсивности транспортных потоков;
- формирование и расчет комплексных ключевых индикаторов процесса (КИП) для транспортных районов города;
- визуализация текущего состояния дорожной сети (коэффициенты загрузки, КИП);
- формирование и передача оперативных управляющих и информационных сигналов;
- формирование управляющей политики и подсистем инфраструктурного уровня.

Индикаторы проекта:

- время пересечения сегмента дорожной сети (перекрестка) – может оцениваться длиной очереди;
- эффективность организации дорожного движения на сопоставимых сегментах (перегонах) – характеризуется скоростью сообщений.

Одним из инновационных направлений в организации дорожного движения является использование возможностей космических спутниковых систем. Глобальная спутниковая навигация (Global Navigation Satellite System – GNSS, ГНСС) основана на комплексах навигационных спутников систем ГЛОНАСС (Россия), GPS (США) и «Бэйдоу» (Китай). Основное назначение технологии – предоставлять возможности для определения точных координат подвижных объектов. При этом формируемые навигационные системы представляют собой сложные технические комплексы, собирающие, обобщающие и хранящие множество разнородной информации об объектах.

На базе ГНСС строятся программно-технические решения следующих типов:

- персональная навигация;
- навигационно-информационные системы (НИС) и тахография;
- система взимания платы «Платон»;
- система экстренного реагирования на аварии «ЭРА-ГЛОНАСС».

Персональная навигация используется непосредственно участниками движения. Для организации движения интерес может представлять информация о перемещении, сохраненная в устройстве, находящемся на движущемся объекте.

НИС и тахография в основном предназначаются для мониторинга географического положения и перемещений объектов. Кроме того, навигационно-связные устройства ТС часто являются блоками концентрации множества различных датчиков, которые могут получать и передавать на серверы информацию о топливе, режимах работы двигателя и устройств ТС, а в отдельных случаях – аудио- и видеоданные. Общее устройство НИС показано на рис. 1.5.

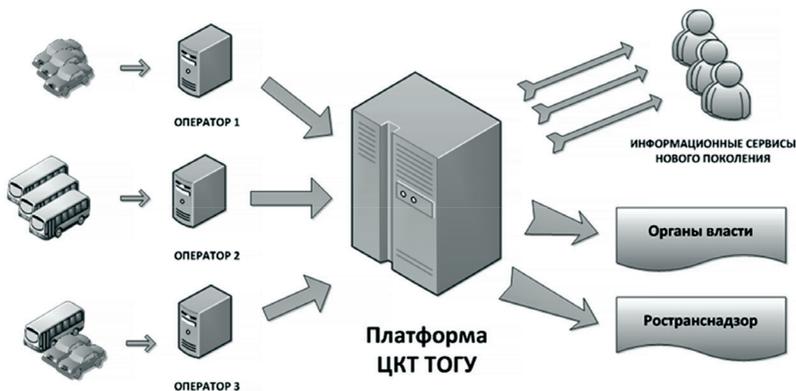


Рис. 1.5. Общее устройство НИС

Общая задача современных систем мониторинга и управления объектами – непрерывный оперативный контроль, анализ и бизнес-управление ресурсами.

На объектах могут использоваться различные устройства мониторинга: от обычной навигационно-связной и нестационарной мобильной аппаратуры (навигаторов, телефонов, смартфонов и др.) до специализированных приборов – тахографов.

Необходимо отметить, что получение географической информации с помощью спутниковых средств и передача сводных данных по сотовым сетям осуществляются с применением радиоканала, который по своим базовым физическим свойствам может быть подвержен блокировке (глушению) и искажениям. В связи с этим прямое использование навигационной информации в качестве доказательной базы затруднительно.

Особо следует выделить применение тахографов, которые могут как служить навигационно-связными устройствами, так и выполнять отдельную самостоятельную функцию.

Тахограф – это контрольное устройство, устанавливаемое на борту АТС, которое предназначается для регистрации скорости автомобиля, режима труда и отдыха водителей и членов экипажа.

1.5. Инновационная доктрина развития городского транспорта

жа (рис. 1.6). Основная его особенность состоит в наличии блока криптографической защиты цифровой информации и юридически значимых средств персональной идентификации личности водителей с помощью индивидуальных электронных карт.

Получение информации о скорости ТС производится как с помощью радиозависимых методов ГНСС, так и напрямую – от калиброванного спидометра автомобиля, что дополнительно обеспечивает инструментальный контроль и достоверность снимаемых показаний.



Рис. 1.6. Внешний вид и особенности тахографа

Функции и возможности тахографического контроля:

- распечатка всех отчетов либо вывод информации на дисплей (позволяет легко просматривать все данные о скорости движения и пробеге ТС, режимах труда и отдыха водителей, событиях и неисправностях);
- исключение несанкционированных перевозок и приписок водителем невыполненных работ путем непрерывной записи в память прибора и карты водителей данных о работе ТС и видах деятельности водителя;
- устранение манипуляций со стороны водителя с данными о скорости и пробеге ТС за счет контроля питания датчика скорости;

- оценка профессиональных качеств водителя посредством определения ускорения ТС и режимов торможения;
- энергонезависимая память (гарантирует накопление и хранение информации в течение 366 дней без риска потери);
- некорректируемые данные в средствах криптографической защиты информации о маршрутах и параметрах движения ТС, режимах труда и отдыха водителя (обеспечивают транспортным предприятиям выплаты страховых компаний в случае ДТП).

Системы «Платон» и «ЭРА-ГЛОНАСС» реализуются с модулями спутниковой навигации. «Платон» используется для сбора платежей с большегрузных автомобилей при движении по федеральным дорогам. При этом на ТС дополнительно применяются устройства, аналогичные тахографам и имеющие блоки криптографической защиты. «ЭРА-ГЛОНАСС» построена на базе специализированных навигационно-связных блоков и представляет собой систему немедленной автоматической передачи данных в центр реагирования при наступлении условий ДТП.

Наличие на ТС мониторинговых устройств одной или нескольких рассмотренных систем может значительно упростить получение оперативной информации. Кроме того, комплексный анализ материала позволяет собрать доказательную базу при расследованиях.

Системы обработки информации и АСУ (в том числе ИТС и системы проектов «Безопасный город») являются важнейшими компонентами телеметрических транспортных систем.

Значительные объемы данных, включая сведения, полученные средствами дистанционного зондирования и ГНСС, интегрируются в составные системно-технические комплексы. В настоящее время на различных территориях идут процессы создания подсистем комплексного мониторинга и управления, которые уже в ближайшем будущем примут глобальный характер и позволят осуществлять глубокие перекрестные виды ситуационного анализа и управления.

Подсистемы сбора, обработки и хранения информации могут служить источником сведений различной степени важности, комплексное использование которых, без сомнения, приведет к сни-

жению сроков и повышению качества проведения мероприятий по обеспечению БДД.

Высшим достижением реализации инновационной доктрины развития городского транспорта должно стать создание наземных беспилотных ТС (роботокаров) и применение на транспорте беспилотных технологий, включающих ИТС, встроенные в ТС и объекты инфраструктуры, и IT-технологии, обеспечивающие автоматизированное управление дорожным движением с использованием телеметрических транспортных систем.

В современном мире ИТС рассматриваются как наиболее эффективная мера для решения транспортных проблем в ближайшем будущем.

Использование беспилотного транспорта в городах на первом этапе позволит убрать дорожные знаки, светофоры, искусственные дорожные неровности и другие ограничительные объекты, функции которых примут на себя ИТС. Затем города избавятся от парковок: автомобили будут стоять на специально выделенных территориях за городом, подъезжая к владельцу по логистической системе «точно вовремя» (Just In Time). Исчезнут заторы и ДТП, повысится пропускная способность дорог из-за снижения дистанций и боковых интервалов между ТС до считанных сантиметров, снизится расход топлива у роботизированных автопоездов, а управление автомобилем превратится в хобби. Работа общественного транспорта и доставка грузов не будут зависеть от человеческого фактора. При этом традиционные виды общественного пассажирского транспорта сохранятся, но перейдут на качественно новые типы двигателей и технологии: появятся электромобили, электробусы (вместо троллейбусов), легкий рельсовый транспорт (вместо трамваев), беспилотные автобусы. Для грузовых автомобилей предусматривается колонное движение на автопилоте.

Реальность подобных решений подтверждают разработчики беспилотных автомобилей. В России инфраструктура для движения беспилотного автотранспорта может быть создана уже к 2020 г.

1.6. Условия качественного функционирования городского транспорта

Качество услуг пассажирского транспорта определяет ГОСТ Р 51004–96 (ГОСТ 30594–97) «Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества», который устанавливает три основные группы показателей качества:

- 1) безопасность перевозок;
- 2) регулярность движения;
- 3) комфортность поездок.

Приведем трактовки ряда основных понятий, закрепленные в ГОСТ Р 51006–96 «Услуги транспортные. Термины и определения».

Пассажирские перевозки – транспортные услуги по перемещению пассажиров, связанные с безопасностью, своевременностью и комфортностью перевозки пассажиров, а также с сохранностью багажа.

Безопасность услуг по перевозкам пассажиров – безопасность услуг для жизни, здоровья, имущества пассажиров и окружающей среды.

Своевременность перевозки пассажира – характеристика транспортной услуги, обуславливающая перевозку пассажиров в соответствии с объявленным расписанием, договором или другими установленными требованиями по времени движения ТС.

Комфортность перевозки пассажира – совокупность характеристик транспортных услуг, обуславливающих создание необходимых условий обслуживания и удобства пребывания пассажиров на ТС, в начальных, транзитных и конечных пунктах в соответствии с установленными нормами и требованиями.

Своевременность перевозки пассажиров автобусами определяется расписаниями движения автобусов на маршрутах городского, пригородного и междугородного сообщения. Важным показателем качества обслуживания является регулярность движения автобусов. Движение считают регулярным, если:

1.6. Условия качественного функционирования городского транспорта

- автобусы своевременно отправляются в рейс;
- интервалы их следования соответствуют расписанию с допустимыми отклонениями (для городских маршрутов – ± 1 мин, для пригородных – ± 3 мин, для междугородных – ± 5 мин);
- количество фактически выполненных рейсов соответствует запланированному в расписании на данный период.

Рейсы, выполненные с превышением допустимых отклонений, считаются нерегулярными.

Проблема транспортного коллапса крупных городов требует применения современных системных методов разработки и анализа решений, использования логистических принципов развития ГПТ, космических технологий мониторинга и управления движением.

Комфортность перевозки пассажиров определяется множеством факторов, создающих удобства поездки. Основными компонентами комфортности поездки в городских автобусах, на наш взгляд, являются:

- информационное оформление остановок и оборудование их крытыми павильонами, защищающими от атмосферных осадков, пыли, ветра и обеспечивающими удобство посадки;
- внутреннее убранство, экипировка, наружное и внутреннее информационное оформление салона в соответствии с Правилами перевозок пассажиров и багажа;
- микроклимат в салоне, отсутствие задымленности, обогрев в зимний период, исправность и чистота сидений;
- культура обслуживания (вежливость, корректность, опрятность и форменная одежда персонала и т. д.);
- наполнение автобуса в пределах допустимых норм;
- строгое соблюдение персоналом трудовой дисциплины и Правил перевозок пассажиров и багажа.

В других видах автобусных сообщений могут быть предложены элементы транспортного сервиса, делающие автобусные перевозки более привлекательными по сравнению с другими видами транспорта, работающими на параллельных направлениях.

Улучшить качество обслуживания, повысить надежность и безопасность перевозок, укрепить трудовую дисциплину и избавиться от незаконных перевозчиков позволит введение конкурсной системы отбора перевозчиков на автобусные маршруты.

Конкурсная комиссия под председательством руководителя транспортного органа администрации муниципального образования (города, территории) составляется с участием представителей УГАДН, ГИБДД, Федеральной налоговой службы, территориального управления Федеральной антимонопольной службы, руководителя Ассоциации перевозчиков и других лиц.

После подведения итогов конкурса администрация в лице руководителя транспортного органа заключает с победителями договоры на осуществление транспортного обслуживания пассажиров на маршрутах.

В Федеральном законе «Устав автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта» от 08.11.2007 № 259-ФЗ и Постановлении Правительства РФ «Об утверждении Правил перевозки пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом» от 14.02.2009 № 112, к сожалению, не отражены качественные показатели услуг пассажирского транспорта, формы организации пассажирских перевозок и управления ими, а также причастность органов местного самоуправления к организации транспортного обслуживания населения, хотя в ч. 7 ст. 14 гл. 3 Федерального закона «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» от 06.10.2003 № 131-ФЗ к вопросам местного значения поселения отнесено «создание условий для предоставления транспортных услуг населению и организация транспортного обслуживания населения в границах поселения».

В связи с этим, по нашему мнению, следует ввести региональный нормативно-правовой документ на основе вышеуказанных законов – «Устав региональной ассоциации (или иного объединения саморегулируемых организаций) перевозчиков пассажиров автомо-

1.6. Условия качественного функционирования городского транспорта

бильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом», в котором четко определить функции, формы взаимодействия и полномочия перевозчиков пассажиров и органов местного самоуправления при создании условий для полного и качественного удовлетворения спроса населения на пассажирские перевозки в границах субъекта РФ (муниципального образования). В Устав необходимо включить положения о престиже транспортной профессии, форме одежды, отличительных знаках, трудовой дисциплине, мерах поощрения за стаж, квалификацию и качество работы, санкциях за нарушение трудовой дисциплины. Эти факторы немаловажны для сохранения стабильности трудовых коллективов и профессионального роста персонала. Внешние атрибуты (форменная одежда) и высокая профессиональная культура порождают у пассажиров доверие к водителю, от которого зависит их жизнь и здоровье.

Система показателей качества грузового транспортного производства многопозиционна и многофакторна. Ее подразделяют на четыре взаимосвязанные подсистемы:

- 1) показатели качества транспортной инфраструктуры;
- 2) показатели качества транспортного обслуживания;
- 3) показатели качества продукции транспорта (перевозок);
- 4) показатели качества эксплуатационной работы транспорта.

1. *Подсистема показателей качества транспортной инфраструктуры* характеризуется наличием и состоянием объектов инфраструктуры, обеспечивающих функционирование грузового автомобильного транспорта с позиций государственной политики в области автотранспорта и дорожного хозяйства. Инфраструктура включает автомобильные дороги (протяженность, технические характеристики), парк грузового ПС (оптимизация, специализация, провозная способность), автостоянки, гаражи, склады, перегрузочные комплексы, подъездные пути, автозаправочные станции, грузовые автостанции, транспортно-логистические центры с информационно-управляющими и навигационными системами, терминальные комплексы нового поколения и пр.

Данная подсистема качества оценивается показателями транспортной обеспеченности и доступности отдельных регионов относительно площади их территории, численности населения, объема и структуры перевозимых грузов. Она применяется для оценки инвестиций в развитие автомобильного транспорта и дорожного хозяйства отдельных регионов страны.

2. *Подсистема показателей качества транспортного обслуживания потребителей* характеризуется уровнем удовлетворения спроса на перевозки по объему и номенклатуре грузов, своевременностью выполнения перевозок, сохранностью грузов, полнотой предоставления услуг, приемлемостью тарифов на перевозки и услуги при оптимальном соотношении затрат и качества обслуживания, надежностью и безопасностью перевозок и пр.

Эта подсистема отражает интересы потребителя транспортных услуг (заказчика) и перевозчика и с позиций рыночной экономики является определяющей в конкурентной среде.

3. *Подсистема показателей качества перевозок* оценивается уровнем показателей эффективности перевозок на объем выполненных перевозок и грузооборот за расчетный период. Она отражает интересы перевозчика.

4. *Подсистема показателей качества эксплуатационной работы транспорта* характеризуется уровнем показателей эксплуатационной и перевозочной работы ПС и определяет внутренние резервы и конкурентоспособность перевозчика.

Качество услуг грузового автотранспорта регламентируется ГОСТ Р 51005–96 (ГОСТ 30595–97) «Услуги транспортные. Перевозки грузов. Номенклатура показателей качества», который устанавливает номенклатуру основных групп показателей качества:

- показатели своевременности выполнения перевозки (перевозка к назначенному сроку, регулярность прибытия груза, срочность перевозки);
- показатели сохранности перевозимых грузов (без потерь, повреждений, пропажи, загрязнения);

1.6. Условия качественного функционирования городского транспорта

- экономические показатели (процент транспортных издержек в себестоимости продукции).

Таким образом, показатели качества перевозок являются локальными для отдельных перевозчиков, но в то же время зависят от уровня развития местной и региональной транспортной инфраструктуры.

Следует также упомянуть социальный стандарт транспортно-го обслуживания населения при осуществлении перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом, утвержденный Распоряжением Министерства транспорта РФ от 31.01.2017 № НА-19-р. Он носит рекомендательный характер и содержит три группы показателей: доступности, надежности и комфортабельности.

Показатели доступности:

- территориальная доступность остановочных пунктов;
- доступность остановочных пунктов, автовокзалов и автостанций для маломобильных групп населения;
- доступность ТС для маломобильных групп населения;
- ценовая доступность поездок по муниципальным маршрутам регулярных перевозок;
- оснащенность автовокзалов, автостанций и остановочных пунктов;
- частота обслуживания остановочных пунктов.

Показатели надежности характеризуются соблюдением расписаний маршрутов регулярных перевозок и оцениваются коэффициентом регулярности движения ТС на маршрутах.

По нашему мнению, к ним следует отнести и безопасность перевозок.

Показатели комфортабельности:

- оснащенность ТС средствами информирования пассажиров;
- уровень шума в салоне;
- температура в салоне;
- соблюдение норм вместимости;

- количество пересадок;
- экологичность.

Принципы данного стандарта базируются на универсальности расчетных показателей качества обслуживания населения общественным транспортом на муниципальных маршрутах регулярных перевозок. Показатели сведены в табличную балльную систему, позволяющую путем суммирования оценить качество транспортного обслуживания. При этом учитывается приоритет пассажиров и производится двусторонний контроль оценки.

Таким образом, новый стандарт предоставляет возможности для расширения качественной оценки транспортного обслуживания пассажиров и требует тестирования и калибровки в соответствии с запросами населения.

В современном процессе урбанизации РФ интегрирующую роль играет актуальный концепт «Комфортный город», реализуемый в рамках Приоритетного проекта «Формирование комфортной городской среды» – составного направления идеологии стратегического развития городов в соответствии с Правилами предоставления и распределения субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на поддержку государственных программ субъектов Российской Федерации и муниципальных программ формирования современной городской среды, утвержденными постановлением Правительства РФ от 10.02.2017 № 169. Методические рекомендации по подготовке государственных (муниципальных) программ формирования современной городской среды в рамках реализации приоритетного проекта «Формирование комфортной городской среды» на 2017 г. утверждены приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 21.02.2017 № 114/пр.

Программа формирования комфортной городской среды базируется на использовании следующих принципов:

- 1) общественное участие;
- 2) системный подход к городской среде;
- 3) все начинается с дворов;

1.6. Условия качественного функционирования городского транспорта

- 4) современные общественные зоны;
- 5) личная ответственность.

Субсидии из федерального бюджета на реализацию государственных программ субъектов РФ и муниципальных программ формирования современной городской среды предоставляются согласно утвержденным Правилам. При этом задачи региональной (муниципальной) программы должны включать достижение измеряемых конечных результатов, а не осуществление мероприятий, соответствующих методическим рекомендациям.

Таким образом, концепт «Комфортный город» расширяет возможности финансирования качественной урбанизации городской среды, мотивирующей население на активную вовлеченность в формирование условий комфортного проживания.

Беспрецедентный уровень развития информационных, интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем и технологий открыл инновационные возможности для решения в городах и агломерациях сложных транспортных проблем, обозначенных концептами «Безопасный город», «Интеллектуальный город» и «Комфортный город», которые в совокупности определяют конечную цель стратегии развития транспортных систем городов – формирование городов, безопасных и удобных для жизни и работы граждан.

При этом следует отличать желаемые, но трудно реализуемые изменения транспортной инфраструктуры от конструктивных проектов, которые можно осуществить в сложившейся городской среде, характеризующейся в большинстве городов сходным набором проблем:

- недостаточно развитая УДС, состояние которой не соответствует нормам;
- неудовлетворительные объем и качество услуг ГПТ;
- отсутствие цивилизованного рынка транспортных услуг, безбарьерной среды для маломобильных граждан, транспортной и бытовой культуры поведения населения;
- приоритетность использования городского пространства участниками дорожного движения.

К числу перспективных направлений можно отнести:

- развитие городской грузовой логистики путем создания в пригородных зонах крупных терминалов и распределительных центров для вывода из города складов и тяжеловесных АТС;
- реализацию приоритетных проектов «Безопасные и качественные дороги» и «Формирование комфортной городской среды»;
- использование безопасных и эффективных электромобильных систем ГПТ;
- формирование правосознания и культуры поведения всех участников дорожного движения.

Трудно реализуемые изменения городской транспортной инфраструктуры, направленные на популяризацию использования немоторизованных средств передвижения (велосипедов, самокатов и др.) с целью улучшения здоровья населения и экологии городской среды, безусловно, являются одним из актуальных направлений повышения качества жизни, но требуют перелома общественного сознания, формирования тенденций к перемене менталитета со стороны как органов власти, так и населения. При этом реализация проектов использования немоторизованных средств возможна при условии интеграции с генеральным планом развития города (агломерации) на перспективу.

Зарубежная практика эффективного функционирования транспортных систем городов в развитых странах мира показывает необходимость расширения спектра задач министерств транспорта (табл. 1.5).

Применительно к России особого внимания заслуживают зоны ответственности Министерства транспорта, касающиеся вопросов градостроительства, транспортной инфраструктуры, экологии, туризма, инноваций и инвестиций.

Рыночный путь развития предоставляет нашей стране большие возможности для освоения и качественного удовлетворения транспортного спроса в рамках стратегии комплексного развития транспортных систем городов и агломераций.

1.6. Условия качественного функционирования городского транспорта

Таблица 1.5

Зоны ответственности министерств транспорта зарубежных государств*

Страна	Транспорт	Связь	Градостроительство	Трубопровод	Другое
США	+	–	+	+	–
Канада	+	–	+	–	Все остальное делегировано провинциям
Япония	+	–	+	–	Туризм
Германия	+	–	+	–	Строительство
Франция	+	–	+	–	Экология
Италия	+	+	–	–	–
Великобритания	+	–	–	–	–
Австрия	+	+	–	–	Инновации
Новая Зеландия	+	–	–	–	–
Китай	+	+	–	–	–
Бразилия	+	–	–	–	Экология
ЮАР	+	–	–	–	–
Индия	+	–	–	–	–
Испания	+	+	–	–	Инвестиции, инфраструктура
Нидерланды	+	–	+	–	Экология, инфраструктура

* По данным интернет-сайтов министерств.

1.7. Устойчивое развитие транспортных систем городов

Сбалансированное (устойчивое) развитие (англ. sustainable development) – это процесс экономических и социальных изменений, при котором использование природных ресурсов, инвестиции, научно-технический прогресс, развитие личности и институциональные преобразования согласованы и обеспечивают повышение качества жизни на текущий и долгосрочный периоды.

В концепции сбалансированного развития объединяются три компонента (рис. 1.7):

- 1) *экономическая составляющая* – оптимальное использование ограниченных ресурсов, применение сберегающих технологий, справедливое распределение совокупного дохода;
- 2) *социальная составляющая* – сохранение стабильности социальных и культурных систем;
- 3) *экологическая составляющая* – обеспечение целостности биологических и физических природных систем.



Рис. 1.7. Концепция сбалансированного развития

Важнейшим связующим элементом в сбалансированном развитии любого города является транспортная система, обеспечивающая предложение услуг в соответствии со спросом.

Совет министров транспорта ЕС определяет *сбалансированную транспортную систему* как такую, которая:

- обеспечивает удовлетворение потребностей отдельных лиц, компаний и общества в доступном и надежном передвижении, не наносящем вреда здоровью человека и состоянию экосистемы; способствует установлению принципа справедливости внутри социальных групп и поколений и между ними;
- доступна по цене, работает четко и эффективно, предлагает на выбор различные виды транспорта, поддерживает конкурентоспособность экономики и сбалансированность регионального развития;
- снижает выбросы и отходы до объемов, которые могут быть переработаны природной средой; использует возобновляемые ресурсы на уровне или ниже темпов их восстановления, а невозобновляемые – на уровне или ниже темпов развития возобновляемых заменителей; сводит к минимуму воздействие на занимаемую территорию; предусматривает меры по снижению шума.

Комплексный подход к сбалансированной транспортной системе, интегрированной в сбалансированное развитие города, наглядно иллюстрирует рис. 1.8.

Построение сбалансированной городской транспортной системы базируется на восьми принципах:

- 1) для *пеших передвижений* предусматриваются безопасные и комфортные пешеходные пространства, максимально изолированные от движения автомобилей и имеющие достаточно привлекательных для населения объектов;
- 2) для *велосипедного движения* обеспечиваются безопасные велодорожки и велополосы, а также вместительные пункты хранения и стоянок велосипедов в транспортных узлах, около жилых зданий, предприятий и торговых центров;
- 3) *принцип соединения* предполагает организацию пешеходных и велосипедных маршрутов по наиболее коротким расстояниям для сокращения времени передвижения;
- 4) *маршруты ГПТ должны проходить как можно ближе к жилой застройке*, обеспечивая хорошую пешеходную доступность,



Рис. 1.8. Сбалансированная транспортная система

график движения ТС должен неукоснительно соблюдаться; необходимо приложить все усилия, чтобы ГПТ был удобен для населения, а поездки на нем были быстрее и дешевле, чем на личном автомобиле;

5) *принцип сочетания* предусматривает многоцелевое использование зданий для обеспечения наличия в зоне пешеходной доступности большинства сервисных услуг и продуктовых магазинов;

6) *плотность размещения жилых и нежилых объектов* должна соотноситься с пропускной способностью ГПТ;

7) *компактное планирование* предполагает градостроительные решения, обеспечивающие минимизацию расстояний обязательных ежедневных передвижений населения; зоны плотной жилой застройки должны обслуживаться скоростными и местными линиями ГПТ;

8) *принцип перехода* предусматривает повышение мобильности населения путем регулирования стоянок и дорожного пространства для минимизации площадей, занимаемых автомобилями; дефицитный ценный ресурс городских территорий можно освободить от ненужных дорог и парковок и перераспределить под более социально и экономически продуктивные виды использования; пешеходные пространства должны быть непрерывными и пересекаться с магистральными автодорогами в разных уровнях.

В табл. 1.6 представлены задачи сбалансированного развития транспортных систем, возможные критерии и измерители для них.

Градостроительные особенности городов РФ значительно усложняют задачу построения сбалансированных транспортных систем. Сравним, например, Москву и Париж, схожие по числу жителей (10,4 и 11,5 млн чел.) и автомобилей (3,4 и 3,0 млн ед.): плотность населения в Москве составляет 182 чел./га, а в Париже – 88 чел./га при плотности дорожной сети 4,4 км/км² и 15 км/км² соответственно. Сопоставление этих показателей объясняет, почему в крупнейших городах РФ при меньшем уровне автомобилизации уровень заторов выше, чем в европейских городах.

Развитие сбалансированной транспортной системы основывается на расширении использования ГПТ и принятии жестких мер

Таблица 1.6

Задачи и критерии сбалансированного развития транспортных систем

Задачи	Индекс	Критерий	Выгодополучатели	Индикаторы для измерения критерия
А. Экономические выгоды	А.1	Сокращение времени поездки	Граждане	Общая экономия времени на передвижение в зоне влияния проекта для поездок на наземном общественном и личном транспорте, ч/год
	А.2	Экономическая эффективность проекта	Транспортные операторы, городская власть	Выручка, эксплуатационные и инвестиционные затраты, руб./км
	А.3	Увеличение числа рабочих мест, рост занятости	Граждане, городская власть	Рост занятости в зоне влияния проекта, чел./год
	А.4	Экономическое развитие, повышение инвестиционной привлекательности территории и города в целом	Инвесторы, граждане, городская власть	Эффект экономического развития
В. Социальные выгоды	В.1	Улучшение транспортной доступности. Социальное равенство	Граждане, городская власть	Результаты опроса жителей

1.7. Устойчивое развитие транспортных систем городов

В. Социальные выгоды	В.2	Рост использования ГПТ или немоторизованного транспорта	Граждане	Рост числа поездов на ГПТ в год
	В.3	Регенерация и благоустройство городских территорий	Граждане	Эффект регенерации городских территорий, умноженный на число воспользовавшихся им жителей
С. Улучшение среды обитания	С.1	Загрязнение воздуха	Граждане	Сокращение выбросов в атмосферу (CO, CO ₂ , NO _x , свинец, твердые частицы), т/год
	С.2	Шум	Граждане	Число лиц, на которых воздействует транспортный шум, чел./год
	С.3	Парниковый эффект	Граждане	Сокращение выбросов CO ₂ , т/год
	С.4	Повышение БДД и общей безопасности	Граждане	Сокращение потерь от ДТП, руб./год

для ограничения поездок на личных автомобилях или даже их приобретения. На рис. 1.9 приведена статистика затрат на транспортную систему по нескольким городам в зависимости от доли поездок на общественном транспорте. График показывает, что в Хьюстоне при незначительном использовании общественного транспорта доля затрат в бюджете на транспортную систему составляет около 15 %, а в Гонконге, где более 50 % поездок совершается на ГПТ, – менее 5 %.

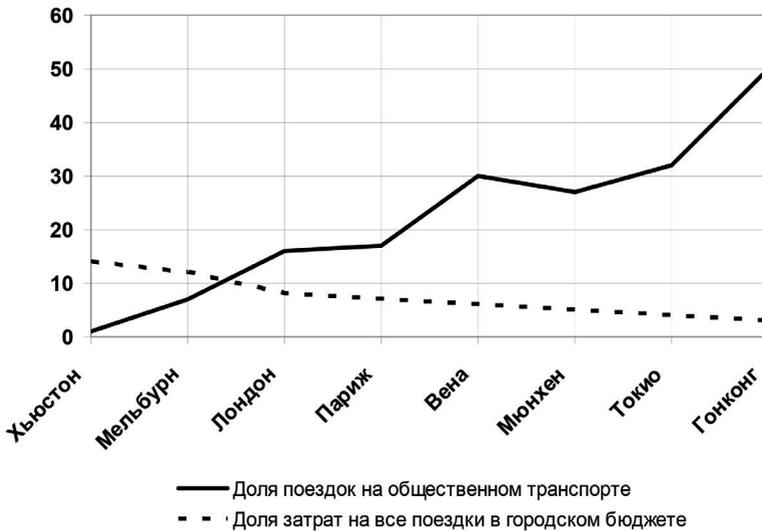


Рис. 1.9. Затраты на транспортную систему в зависимости от доли поездок на транспорте общего пользования

Помимо затрат населения на транспортную инфраструктуру, растет и время в поездке. В таких городах, как Хьюстон или Рим, оно уже составляет более 1,5 ч в день. Наилучший показатель среди крупных городов мира достигнут в Копенгагене, где жители ежедневно тратят на поездки не более 50 мин.

Поскольку в крупнейших мировых городах количество автомобилей возрастает в среднем на 10 % в год (в развивающихся странах – до 20 %), можно сделать вывод, что города без развитого общественного транспорта не имеют экономических перспектив, так как с течением времени все большая доля городского бюджета будет тратиться на поддержание возможности функционирования личного и грузового автотранспорта.

Выводы

1. В результате наступления эпохи глобальной автомобилизации возникла проблема увязки городских транспортных систем с современной стратегией урбанизации.

2. Современная урбанизация и развитие городов неразрывно связаны с транспортом, определяющим технические возможности жизнедеятельности и жизнеобеспечение города.

3. Формирование транспортных систем городов и агломераций должно базироваться на балансе транспортного спроса и оптимизационного комплексного предложения с учетом интересов всех сторон при стратегическом развитии.

4. Основной целью разработки стратегий развития крупных городов является разрешение противоречий между потребностями и ресурсами города.

5. Процесс современной урбанизации РФ характеризуется преобладанием городского населения, устойчиво составляющего 74 % от общей численности населения страны, и интенсивным ростом автомобилизации, средний уровень которой – 300 собственных легковых автомобилей на 1000 чел. (в 2,3 раза выше показателем 2000 г.).

6. Безудержный рост автомобилизации городов РФ породил следующие проблемы: дорожные заторы резко снижают скорость сообщения пассажиров и оперативной доставки грузов на уличных видах транспорта; атмосфера городов загрязняется отработавшими газами автомобилей; увеличивается транспортный шум; повышается

аварийность; блокируется движение спецтранспорта экстренных аварийных служб; осложняются градостроительные задачи, связанные с реконструкцией УДС, парковкой и хранением легковых автомобилей и пр.

7. Стратегия и генеральный план развития любого города должны быть увязаны с транспортной планировкой и техническими возможностями транспортной инфраструктуры.

8. Анализ современного состояния городского транспорта показал неэффективность сложившейся транспортной планировки городов в условиях глобальной автомобилизации, а также выявил приоритетность развития автомобильного транспорта общего пользования и необходимость комплексного развития городской среды и транспортной системы.

9. Лидирующая позиция автомобильного транспорта в транспортных системах городов определяет состав основной инфраструктуры городского транспорта, включающей УДС, ТС, сети обслуживания, технические средства управления движением, дорожные знаки, системы фото- и видеофиксации нарушений ПДД, центр по мониторингу БДД и пр.

10. Высокий уровень дорожно-транспортной аварийности в России, особенно на территории городов и агломераций (до 70 % ДТП; более 40 % погибших и 65 % пострадавших от общего числа), ставит задачу обеспечения БДД в ряд важнейших государственных проблем, имеющих большое социальное и экономическое значение, что требует разработки программ комплексного развития транспортной инфраструктуры поселений, городских округов и агломераций в рамках Приоритетного проекта «Безопасные и качественные дороги», направленного на приведение дорожной сети в нормативное состояние и достижение необходимого уровня БДД.

11. Инновационная доктрина развития городского транспорта определяет развитие транспортных систем городов на основе Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента РФ от 01.12.2016 № 642.

12. Проблемы развития транспортных систем приобрели общероссийский характер, причем в отсутствие необходимых финансовых возможностей каждый город решает их своими путями.

13. Реализация градостроительного и транспортного планирования развития города на перспективу требует разработки городского транспортного стандарта (нормативов) в интеграции с генеральным планом.

14. Необходимо организовать подготовку квалифицированных специалистов-проектировщиков городских транспортных систем.

Глава 2. ХАРАКТЕРИСТИКА СЛОЖИВШЕЙСЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ Г. ХАБАРОВСКА

2.1. Параметрические характеристики г. Хабаровска

Хабаровск является административным центром Хабаровского края, столицей Дальневосточного федерального округа. Общая площадь его территории – 0,4 тыс. км² (40 тыс. га)⁵, включая площадь левого берега р. Амур (82 км²) и зеркала Амура (77 км²)⁶.

Город расположен на правом берегу Амура, где занимает 210 км² (21 тыс. га), из которых 127,8 км² (12,78 тыс. га) приходится на жилую территорию, в том числе: 3950 га – жилая застройка, 3450 га – промышленные и коммунально-складские организации, 2460 га – военные территории, 1420 га – территории транспорта, 1500 га – коллективные садоводства⁷.

Хабаровская агломерация включает тесно прилегающие села и поселки Хабаровского района (Ильинку, Тополево, Гаровку, Сосновку, Ракитное, Некрасовку и др.), составляющие единое целое с Хабаровском как в пространственном, так и в экономическом отношении.

Территория города подразделена на четыре административных округа (Центральный, Южный, Железнодорожный, Северный) и пять районов – Центральный (93 788 чел.), Индустриальный (221 176 чел.), Железнодорожный (151 749 чел.), Кировский (52 886 чел.) и Краснофлотский (91 561 чел.).

⁵ Паспорт города Хабаровска (2000–2011 годы). Хабаровск: Хабаровскстат, 2012. 55 с.

⁶ Стратегический план устойчивого развития города Хабаровска до 2020 года. URL: <http://docs.cntd.ru/document/995152986>

⁷ 2015 – Генеральный план города Хабаровска. URL: https://dasiz.khabarovskadm.ru/town-planning/gen_plan/2013/utv_projekt/

2.2. Материально-техническая база городского общественного...

Численность населения на 1 января 2016 г. – 611,16 тыс. чел⁸. Возрастная структура: лиц моложе трудоспособного возраста – 13,6 %, трудоспособного возраста – 64,8 %, старше трудоспособного возраста – 21,6 %.

Особенности планировочной структуры Хабаровска сложились под влиянием ряда факторов: размещение на берегу реки, географический ландшафт, приграничное положение и прохождение через город Транссибирской магистрали привели к ярко выраженному линейному типу планировочной структуры – город вытянут вдоль Амура и Амурской протоки на 50 км. Историческое ядро Хабаровска (Центральный район) резко отличается от остальных районов численностью населения, концентрацией учреждений культуры и образования, банков, торговых центров, офисов и других объектов притяжения населения. Разделение города на отдельные самостоятельные районы с низкой плотностью УДС снижает уровень транспортного обслуживания населения по районам.

2.2. Материально-техническая база городского общественного пассажирского транспорта

Переход на рыночные условия породил в сфере ГПТ возникновение двух сегментов: коммерческие перевозки частными автобусами и муниципальные перевозки. В ряде городов основной объем перевозок пассажиров пришелся на коммерческий сегмент. Коммерческие перевозчики установили только две категории льготных маломобильных пассажиров с правом бесплатного проезда без дотаций: участники Великой Отечественной войны и инвалиды I группы. На муниципальный сегмент перешли оставшиеся категории льготников, к которым, помимо пенсионеров, относились служащие всех «погонных» ведомств страны. При этом выпадающие доходы перевозчиков должны были компенсироваться из скудных

⁸ Данные Федеральной службы государственной статистики (www.gks.ru).

муниципальных бюджетов. Тем самым изначально была создана недобросовестная конкуренция между сегментами рынка транспортных услуг, что привело к финансовой несостоятельности муниципальных предприятий ГПТ.

В дальнейшем бесплатные поездки для льготников были отменены, а пенсионерам-льготникам предоставили возможность выкупа единого для всех видов муниципального транспорта месячного социального проездного билета с неограниченным количеством поездок. За каждого пенсионера предприятия-перевозчики получали компенсации. Монетизация льгот и повышение тарифов на проезд привели к банкротству муниципальных перевозчиков из-за резкого спада транспортного спроса и ценовой недоступности проезда для малообеспеченных граждан. При этом монетизация льгот для пенсионеров обеспечивает ограниченное число поездок в месяц: например, в Хабаровске при тарифе 22 руб. за поездку обеспечивается от 14 до 20 поездок в месяц в зависимости от категории льготника. С учетом возвратных поездок это составит от 7 до 10 оборотных поездок в месяц, т. е. ничтожно мало.

Отсутствие культуры бизнеса (в частности, региональных ведомственных уставов саморегулируемых организаций автотранспорта) породило в городе конфликтную конкуренцию между коммерческими перевозчиками. Отмечались случаи автобусных гонок для перехвата пассажиров на остановках дублирующих участков маршрутов и другие проявления враждебности (даже перестрелки водителей), использование нелегальных перевозчиков.

Изложенная предыстория становления рыночной экономической деятельности в сфере ГПТ отражает проблемы, недостатки и причины кризисного состояния обслуживания населения общественным транспортом, а также свидетельствует о необходимости реорганизации регулярных пассажирских перевозок для обеспечения удовлетворения транспортного спроса и рентабельности ГПТ.

Сложившаяся структура управления регулярными перевозками пассажиров в Хабаровске представлена на рис. 2.1. На долю муниципального сегмента транспортных услуг приходится 43 % ПС, коммерческого – 57 % (табл. 2.1).

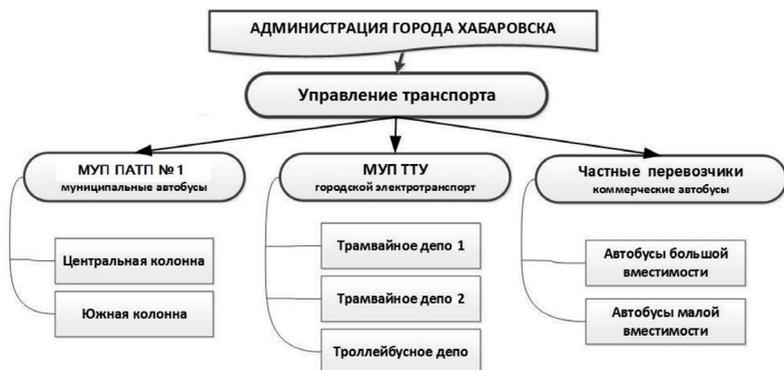


Рис. 2.1. Структура управления пассажирскими перевозками в Хабаровске

Таблица 2.1

Соотношение подвижного состава по секторам рынка транспортных услуг в Хабаровске, %

Муниципальные перевозки			Коммерческие перевозки	
МУП «ПАТП № 1»	МУП «ТТУ»		Автобусы	Маршрутные такси
	Троллейбусы	Трамваи		
27	6	10	35	22

Заказчиком и организатором регулярных пассажирских перевозок в порядке реализации полномочий органов муниципального самоуправления является Управление транспорта администрации г. Хабаровска, осуществляющее прямое управление муниципальными предприятиями автобусного и городского электрического транспорта (ГЭТ) и регулирующее работу коммерческих перевозчиков. Для контроля перевозчиков и управления на маршрутах используется навигационно-диспетчерский комплекс на базе ГЛОНАСС,

эксплуатируемый МБУ г. Хабаровска «Хабаровский межотраслевой навигационно-информационный центр».

Муниципальное автобусное хозяйство представлено МУП «Пассажирское автотранспортное предприятие № 1» (МУП «ПАТП № 1»), включающим два территориально разнесенных подразделения: Центральную и Южную автоколонны. Транспортный парк состоит из моделей корейского производства Daewoo BS-106 (преобладающее большинство) и российских автобусов НЕФАЗ. Городской электротранспорт эксплуатируется МУП «Трамвайно-троллейбусное управление» (МУП «ТТУ»), имеющим два трамвайных и одно троллейбусное депо. Бюджеты данных предприятий характеризуются значительным дефицитом, несмотря на периодически проводимые мероприятия по финансовому менеджменту и оптимизации. По состоянию на апрель 2016 г. оба МУП находились в процессе процедуры банкротства.

Коммерческие предприятия-перевозчики сильно разнятся по качеству и количеству ПС: от средних, владеющих 25–50 ед. транспорта, до предпринимателей, эксплуатирующих один автобус и не имеющих возможности предоставить сервис должного уровня качества и безопасности. Частный автопарк представлен моделями Daewoo BS-106, автобусами малой вместимости Hyundai Chorus и Hyundai County, а также автобусами особо малой вместимости «Газель» и других марок (в качестве маршрутных такси).

Городские маршруты в основном делятся на два топологических типа: маятниковый и кольцевой.

Особенность существующей ситуации состоит в том, что правило обязательной высадки пассажиров на конечных остановочных пунктах сегодня не соблюдается, так как пассажиры получили право транзитного проезда конечных остановок по одному проездному документу. Поэтому обнуления пассажиропотока в конечных пунктах на большинстве маршрутов не происходит.

В этом случае классические представления о параметрах работы маятникового маршрута теряют смысл из-за существенных искажений таких показателей, как средняя дальность поездки, коэффициент использования вместимости и коэффициент сменяемости

2.2. Материально-техническая база городского общественного...

пассажиров, рассчитываемых в прямом и обратном направлениях. Более точные результаты обеспечивает расчет показателей за оборот автобуса на маятниковых и кольцевых маршрутах (т. е. в расчетах рассматривается не прямой или обратный рейс, а оборотный). При этом конечный пункт устанавливается в соответствии с официально принятыми конечными остановками. Решение прикладных задач с использованием перечисленных выше параметров осуществляется именно на основе данных за оборотный рейс, т. е. с соблюдением принципа достаточности и точности информации.

Система ГПТ Хабаровска является комбинированной и состоит из троллейбусного, трамвайного и автобусного транспорта. Основные характеризующие ее показатели приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Основные показатели системы ГПТ Хабаровска*

Внутригородские маршруты организованных пассажирских перевозок	Протяженность маршрутной сети, км	Количество маршрутов, ед.
Троллейбусные	42,989	4
Трамвайные	59,026	5
Автобусные	870,102	60
ИТОГО	972,117	69

* По данным МУП «ГТУ» и МУП «ПАТП № 1».

По состоянию на 2016 г. система ГПТ Хабаровска включает 69 регулярных городских маршрутов, на которых эксплуатируется 877 ед. ПС. При этом 43 % всех автобусных маршрутов обслуживается муниципальными автобусами, 57 % – коммерческими перевозчиками, на ГЭТ приходится около 10,5 % протяженности маршрутов.

В парк ПС входят автобусы большой вместимости, обслуживающие коммерческие маршруты (35 %), и автобусы малой вмести-

мости (22 %). Парк ГЭТ включает 16 % всех ТС, эксплуатируемых предприятиями ГПТ Хабаровска.

МУП «ТТУ» осуществляет перевозки электротранспортом по девяти внутригородским маршрутам, выпуск на линию составляет 120 ед. ПС. Перевозки троллейбусным транспортом осуществляются по четырем маршрутам (выпуск на линию – 44 ед. ПС), трамвайным – по пяти маршрутам (выпуск на линию – 76 ед. ПС).

Коммерческие перевозчики обслуживают 43 автобусных маршрута: 86 предприятий эксплуатируют 222 автобуса малой и средней вместимости ПА3-3204, ПА3-3205, Hyundai County и Hyundai Chorus, а также 280 автобусов большой вместимости марки Daewoo.

Значительная часть ПС в настоящее время уже выработала нормативный срок службы. Наблюдается четкая тенденция роста количества ПС, подлежащего списанию по техническим характеристикам, но все еще находящегося в эксплуатации. В табл. 2.3 представлена динамика изменения числа ТС по марочному составу и доли подлежащего списанию ПС.

2.3. Характеристика улично-дорожной сети

ГПТ Хабаровска представляет собой сочетание различных видов транспорта в границах города. Транспортная инфраструктура включает: пути сообщения (УДС, уличные рельсовые пути); наземные ТС (трамваи, троллейбусы, автобусы, грузовые автомобили, легковые автомобили – личные, такси, ведомственные); мотоциклы, мопеды, велосипеды; сети обслуживания (гаражи грузовых и ведомственных автомобилей, автобусов, такси, личные гаражи, станции технического обслуживания, АЗС, трамвайные и троллейбусное депо, стоянки, парковки); управление движением (центр организации дорожного движения, транспортный ситуационный центр) и пр.

Протяженность автомобильных дорог общего пользования Хабаровска и Хабаровского района на 1 января 2016 г. составляет 937 км. Плотность автодорог в среднем по городу – 4,4 км/км²: в центральной части – 5,5 км/км², в периферийных районах

2.3. Характеристика улично-дорожной сети

Таблица 2.3

Анализ наличия ПС в муниципальных автопредприятиях Хабаровска (на начало года)

Марки ТС	Годы									
	2005		2006		2007		2008		2016	
	Списочное кол-во, ед.	Подлежит списанию, %								
ЛиАЗ	188	90,4	135	94,1	188	90,4	135	94,1	–	–
Альтерна	3	–	2	–	3	–	2	–	–	–
ЛАЗ-695	7	71,4	2	–	7	71,4	2	–	–	–
ЛАЗ-699	2	50	1	–	2	50	1	–	–	–
ПАЗ	14	92,9	6	83,3	14	92,9	6	83,3	–	–
МАЗ-104	1	–	1	–	1	–	1	–	–	–
Икарус-280	59	100	34	100	59	100	34	100	–	–
Икарус-260	8	100	6	100	8	100	6	100	–	–
Икарус-250	8	100	7	100	8	100	7	100	–	–
Икарус-256	6	100	3	100	6	100	3	100	–	–
BV-105	4	75	1	100	4	75	1	100	–	–
BS-106	122	57,4	172	57	122	57,4	172	57	245	65
BV-113	8	100	7	100	8	100	7	100	–	–
Нефаз-5299	2	–	2	–	2	–	2	–	41	–
Нефаз-52294	–	–	–	–	–	–	–	–	10	–
ИТОГО	432	81,3	379	76	432	81,3	379	76	296	65

(на застроенной территории) – 1,7 км/км². Автобусов насчитывается 757 ед., трамваев – 76 ед., троллейбусов – 44 ед., легковых автомобилей – 216 тыс. ед., пикапов и легковых фургонов – 370 ед., специальных автомобилей – 1988 ед., грузовых автомобилей (по крупным и средним предприятиям) – 3853 ед. Уровень автомобилизации – 395 автомобилей на 1000 чел.

2.4. Характеристика маршрутной сети

Транспортные коммуникации современного города характеризуются показателями транспортного обслуживания, экологичности и безопасности ТС. Рассмотрим подробнее основные показатели транспортного обслуживания города.

1. *Степень разветвленности маршрутной сети* является важнейшим показателем, характеризующим ее целесообразность. Оценивается она коэффициентом обслуживания территории города общественным транспортом:

$$K_o = \sum l_{ул.м} / \sum l_{ул},$$

где $\sum l_{ул.м}$ – суммарная протяженность частей улиц, по которым проходит хотя бы один маршрут общественного транспорта; $\sum l_{ул}$ – суммарная протяженность всех улиц.

Коэффициент K_o всегда меньше единицы, так как в любом городе имеются улицы, части улиц, переулки и тупики, по которым не проходят маршруты общественного транспорта. Однако чем ближе значение K_o к единице, тем выше уровень транспортного обслуживания.

Для Хабаровска $K_o = 0,235$, т. е. в городе маршрутизировано менее четверти всех улиц.

2. *Маршрутный коэффициент* также служит важным показателем маршрутной сети города:

$$K_m = \sum l_m / \sum l_{ул.м},$$

где $\sum l_m$ – суммарная длина всех маршрутов уличных видов транспорта; $\sum l_{ул.м}$ – длина всей транспортной сети по оси улиц.

Значение коэффициента K_m всегда больше единицы, так как в любом городе имеются улицы или части улиц, по которым проходит не менее двух транспортных маршрутов. Чем выше значение K_m , тем больше беспересадочных поездок совершают пассажиры.

В Хабаровске большинство маршрутизированных улиц имеет чрезмерно большой уровень дублирования маршрутов, в том числе несколькими видами транспорта. $K_m = 4,423$.

3. Плотность транспортной сети определяется отношением

$$\delta = \sum l_{ул.м} / F,$$

где $\sum l_{ул.м}$ – длина всей маршрутизированной транспортной сети по оси улиц, км; F – площадь городской застройки, км².

Чем выше плотность сети, тем меньше времени тратят пассажиры на подход к остановкам ГПП.

4. Сложность дорожно-транспортных узлов. Дорожно-транспортные узлы образуются на пересечениях или примыканиях двух или более автодорог и служат для перераспределения транспортных потоков по направлениям. В любом дорожно-транспортном узле, работающем без каких-либо ограничений (регулировок) в одном уровне, происходят пересечение, слияние и ответвление транспортных потоков.

Наименьшие препятствия для движения создают ответвления, при которых может возникнуть необходимость снижения скорости. Коэффициент сложности ответвления принимается равным единице: $K_{отв} = 1$. Значительно большие затруднения появляются при слиянии транспортных потоков, когда, кроме замедления движения, присутствует опасность столкновения. Для слияний принимается коэффициент сложности $K_c = 3$. Максимальные помехи связаны с пересечениями транспортных потоков, для которых принимают коэффициент сложности $K_{п} = 5$.

Показатель сложности любого дорожно-транспортного узла M определяется суммарным числом ответвлений, слияний и пересечений в нем:

$$M = K_{\text{отв}} n_{\text{отв}} + K_{\text{с}} n_{\text{с}} + K_{\text{п}} n_{\text{п}} = n_{\text{отв}} + 3n_{\text{с}} + 5n_{\text{п}},$$

где $n_{\text{отв}}$, $n_{\text{с}}$, $n_{\text{п}}$ – соответственно количество точек ответвлений, слияний и пересечений в рассматриваемом узле.

Конфликтные точки в различных дорожно-транспортных узлах представлены на рис. 2.2. Определение показателей сложности для данных узлов приведено в табл. 2.4.

Классификация дорожно-транспортных узлов по величине показателя M :

- $M \leq 10$ – очень простой узел;
- $M = 11-25$ – простой;
- $M = 26-55$ – средней сложности;
- $M > 55$ – сложный⁹.

На сложных узлах предусматривается светофорное регулирование или строится разноуровневая развязка.

Таблица 2.4

Определение показателя сложности узла

Схема узла на рис. 2.2	Количество конфликтных точек			Показатель сложности	Категория узла
	Ответвления	Слияния	Пересечения		
<i>a</i>	1	–	–	1	Очень простой
<i>б</i>	–	1	–	3	
<i>в</i>	2	2	1	13	Простой
<i>г</i>	4	4	2	26	Средней сложности
<i>д</i>	8	8	4	52	
<i>e</i>	8	8	8	72	Сложный

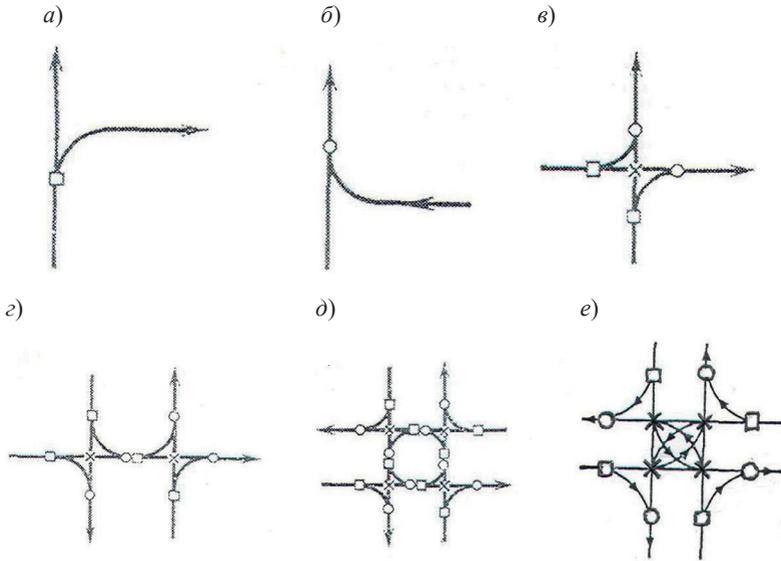


Рис. 2.2. Конфликтные точки в транспортных узлах:
 □ – ответвление; ○ – слияние; × – пересечение

5. Маршрутный интервал движения ТС определяется по формуле

$$I_M = 60T_o / A_M = 120 \sum l_M / A_M V_3,$$

где T_o – время оборотного рейса, ч; A_M – количество ТС на маршруте, ед.; l_M – длина маршрута, км; V_3 – эксплуатационная скорость движения, км/ч.

Количество ПС в движении рассчитывается из выражения

$$A_M = \frac{Q_{\text{авт.сут}} l_{\text{ср}}}{v_3 t_{\text{ср}} q \gamma_{\text{ст}}},$$

⁹ Пугачев И. Н., Горев А. Э., Олеценко Е. М. Организация и безопасность дорожного движения. М.: Академия, 2009. 272 с.

где $Q_{\text{авт.сут}}$ – среднесуточное количество пассажиров; $l_{\text{ср}}$ – средняя дальность поездки пассажира; $t_{\text{ср}}$ – число часов работы транспорта в сутки; q – вместимость транспортной единицы; $\gamma_{\text{ст}}$ – коэффициент среднесуточного наполнения.

б. *Регулярность движения ТС на маршрутах* R , %:

$$R = N_{\text{ф.р}} \cdot 100 / N_{\text{р}},$$

где $N_{\text{ф.р}}$ – число рейсов, фактически выполненных по расписанию; $N_{\text{р}}$ – плановое число рейсов по расписанию.

По функциональному назначению маршрутную сеть Хабаровска можно разделить на два типа:

1) *коммунально-бытовая маршрутная сеть* – обеспечивает транспортную связь внутри селитебных зон, между районами, между зонами рекреации города;

2) *промышленная маршрутная сеть* – обеспечивает транспортную связь между промышленными предприятиями и селитебными районами.

Такое условное функциональное деление позволяет оценить целенаправленность поездок пассажиров на маршрутах каждого вида ГПТ.

2.5. Показатели транспортного обслуживания

2.5.1. Оценка качества обслуживания населения маршрутами пассажирского транспорта

Транспортная нагрузка в Хабаровске формируется следующими видами транспорта: общественным пассажирским, индивидуальным, служебным, грузовым, специальным. Срок службы ГПТ менее продолжителен, чем период эксплуатации транспортной сети, и составляет 5–11 лет. Соответственно, через этот промежуток времени отдельные виды транспорта должны полностью обновляться. Такой динамизм дает возможность постоянно совершенствовать качество ПС.

Разнообразие транспортных средств, связанное с выполнением различных функций, требует дифференциации ПС и, как следствие, магистральной сети. В частности, необходимо более четко решать вопросы разделения пассажирского и грузового движения, а также рациональной организации транзитного движения. Основную нагрузку на магистральную сеть создает общественный пассажирский и легковой индивидуальный транспорт. Именно эта нагрузка, составляющая примерно 60–70 % от общего пробега и сосредоточенная в центральном районе города, формирует наиболее значимые требования к городской магистральной сети, поэтому основное внимание в данной работе уделено анализу системы ГПТ.

ГПТ представляет собой сложную систему, включающую целый ряд подсистем: магистральную сеть и сооружения, ПС, депо, гаражи, парки, ремонтную базу и подсистему управления.

Общественный транспорт имеет не только важное экономическое, но и социальное значение, так как влияет на жизнедеятельность общества и окружающую среду. С его работой прямо связаны темпы развития экономики города, рост благосостояния и жизненного уровня населения, повышение культуры общества, улучшение здоровья людей и укрепление социального оптимизма. Исходя из этого, проблему рационального развития систем ГПТ можно разделить на две задачи: изучение спроса на транспортные услуги со стороны производства и населения и организация предложения. Для их решения применяются различные методы: изучение спроса является концептуальной задачей, решаемой методами общественных наук (определенных разделов социологии), а для оптимизации предложения используются методы естественных наук (математическое программирование).

Значимым аспектом анализа различных вариантов систем ГПТ является их комплексная оценка. Для реализации народно-хозяйственного подхода к оценке эффективности ГПТ необходимо учитывать его всесторонний эффект для городского хозяйства, уделяя особое внимание запросам рынка, а также социальной и экологической результативности. Эффект ГПТ распадается на прямой экономический (непосредственно в сфере транспорта) и сопутствующий социально-экономический (влияние на человека и окружающую среду). В целом значение транспорта определяется тем, в какой мере он

способствует экономии важнейших ресурсов общества и природы: сокращению затрат времени и энергии людей, улучшению состояния окружающей среды, снижению числа ДТП, шума, вибрации и пр.

От правильной и четкой работы ГПТ зависят объем и качество предоставляемых населению транспортных услуг. Поэтому важную роль играет изучение основных закономерностей движения: загрузки маршрутов (для выбора вместимости ПС), интервалов и регулярности движения, наполнения ПС, сходов его с линии.

Вместимость ПС должна соответствовать характеру распределения перевозок по маршрутам. Количественное соотношение транспорта различной вместимости принимается таким, чтобы ТС каждого типа хватало для обслуживания нескольких маршрутов. Интервалы движения ПС должны находиться в заданных пределах (с отклонением не более 10 мин), а наполнение транспорта – не превышать нормативных значений.

2.5.2. Оценка интенсивности движения пассажирского транспорта

Интенсивность движения ГПТ влияет на загруженность дорог и качество обслуживания населения на остановочных пунктах. На конкретном участке УДС интенсивность движения ГПТ зависит от количества маршрутов и интервала движения ПС. Особенности Хабаровска обуславливают скопление маршрутов с минимальными интервалами движения на межрайонных связях.

Данные об интенсивности движения ГПТ Хабаровска в утренний час пик на участках УДС с наибольшим количеством маршрутов приведены на рис. 2.3. Показано, сколько единиц общественного транспорта в час обычно проезжает по улице в это время. Цифры приведены для обоих направлений каждого маршрута, поэтому в большинстве случаев число ТС, движущихся в одном направлении, равняется половине указанного на схеме. Схема может помочь разработать альтернативные варианты организации маршрутной сети, так как показывает ресурсы, уже задействованные на различных участках УДС.

2.5. Показатели транспортного обслуживания

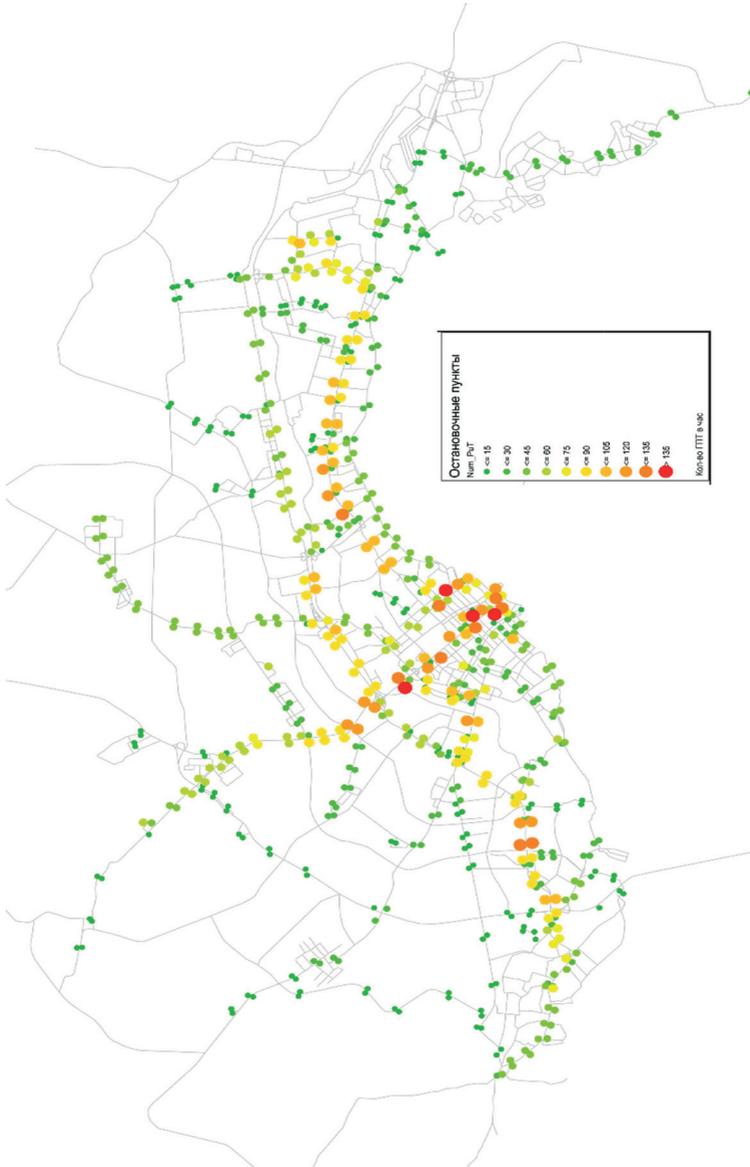


Рис. 2.3. Интенсивность движения ГПТ Хабаровска в утренний час пик

Анализ количества маршрутов, одновременно проходящих по УДС города, выявил четыре наиболее загруженных участка: один на связях северной и центральной частей города, один на связях между Железнодорожным и Центральным районами и два в Индустриальном районе, между южной и центральной частями города.

2.6. Оценка уровня дублирования маршрутов по видам транспорта

Дублирование маршрутов движения – это совпадение либо полное наложение трасс маршрутов различных видов наземного ГПТ на отдельных участках УДС города.

Если совпадает от 50 до 75 % маршрутной сети дублирование считается частичным, если свыше 75 % – полным. Частичное дублирование распространено больше и встречается на всех видах наземного ГПТ.

Дублирование маршрутов имеет как положительные, так и отрицательные стороны. К положительным можно отнести повышение надежности транспортного сообщения и предоставление пассажирам альтернативных вариантов. С этой точки зрения дублирование маршрутной сети электротранспорта и автобусов на наиболее ответственных направлениях нельзя рассматривать как чисто отрицательный фактор. Зачастую за дублирование маршрутной сети принимают маршрутную координацию, при которой метод совмещения маршрутов применяется на направлениях с мощными, но неравномерными пассажиропотоками. Здесь совмещение различных маршрутов дает большой эффект: пассажиропотоки осваиваются при лучшем использовании ПС, сокращается число пересадок, увеличивается частота движения.

К отрицательным факторам дублирования маршрутов различных видов ГПТ можно отнести повышение затрат на транспортную систему. В рыночных условиях дублирование маршрутной сети различных перевозчиков приводит к конкуренции на маршруте, снижающей безопасность транспортного обслуживания.

2.6. Оценка уровня дублирования маршрутов по видам транспорта

2.6.1. Троллейбусы

Наибольший уровень дублирования троллейбусной сети отмечается на маршрутах № 1 и 2. Так, маршрут № 1 частично дублируется одним троллейбусным маршрутом, тремя маршрутами муниципальных и коммерческих автобусов и полностью – одним автобусным и одним троллейбусным маршрутами; дублирование трамвайной сетью не отмечено (табл. 2.5). Количество пассажиров по маршрутам приведено на рис. 2.4, 2.5.

Таблица 2.5

Дублирование троллейбусной сети Хабаровска

Номер маршрута	Количество маршрутов				Автобус			Маршрутное такси			Троллейбус		
	50–75 %	Свыше 75 %	30–50 %	Всего	50–75 %	Свыше 75 %	30–50 %	50–75 %	Свыше 75 %	30–50 %	50–75 %	Свыше 75 %	30–50 %
1	6	3	12	21	35, 58, 28, 26	55	4, 14, 18, 19, 29п, 34, 42, 56	60, 80	61с, 61к, 79, 82	2, 4	–	–	
2	9	–	3	12	35, 58, 28, 26, 55	–	13, 18, 42	60, 80	–	–	1, 4	–	–
4	7	1	10	18	26, 28, 29	18	14, 19, 22, 24, 35, 40, 55, 58	83	–	80, 85	1, 2, 5	–	–
5	4	–	2	6	40, 56	–	29, 54	83	–	–	4	–	–

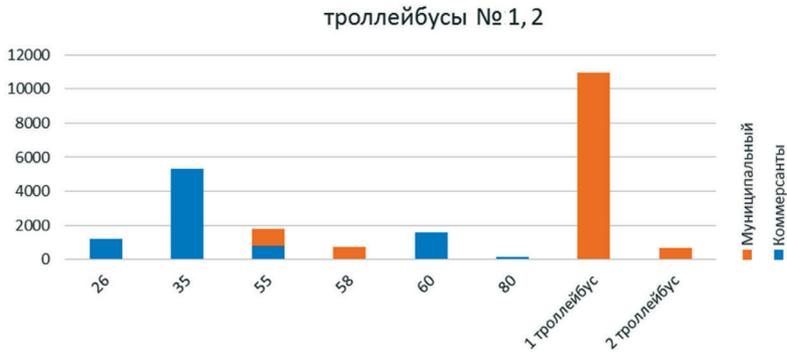


Рис. 2.4. Суточное количество входящих пассажиров на маршрутах, дублирующих троллейбусы № 1, 2

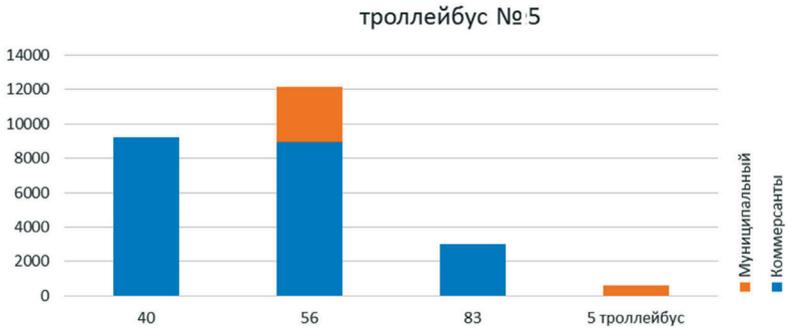


Рис. 2.5. Суточное количество входящих пассажиров на маршрутах, дублирующих троллейбус № 5

2.6.2. Трамваи

Среди трамвайных маршрутов наибольшее дублирование наблюдается на маршруте № 1: частично его дублируют 12 муниципальных и коммерческих автобусных маршрутов и два трамвайных,

2.6. Оценка уровня дублирования маршрутов по видам транспорта

а полностью – один маршрут коммерческого автобуса. Маршрут № 5 частично дублируют семь коммерческих автобусных маршрутов и один трамвайный, полностью – четыре маршрута муниципальных и коммерческих автобусов и один трамвайный (табл. 2.6). Количество пассажиров на маршрутах, по данным перевозчиков, приведено на рис. 2.6–2.9.

Таблица 2.6

Дублирование трамвайной сети Хабаровска

Номер маршрута	Количество маршрутов				Автобус			Маршрутное такси			Трамвай		
	50–75 %	Свыше 75 %	30–50 %	Всего	50–75 %	Свыше 75 %	30–50 %	50–75 %	Свыше 75 %	30–50 %	50–75 %	Свыше 75 %	30–50 %
1	4	3	2	9	40, 33	10, 25	33в	72	89	–	6	2	8
2	5	2	4	11	10, 40, 33	25	33в, 40	72, 89	–	85	6	1	8
5	5	–	3	10	47, 46, 15, 49, 8, 35	–	11, 23	–	–	68	–	–	–
6	4	–	7	11	11	–	4, 6, 7, 22, 24	–	–	79, 89	1, 2, 6	–	–
8	5	2	1	8	25, 10, 33	–		72	–	89	6	1, 2	–



Рис. 2.6. Суточное количество входящих пассажиров на маршрутах, дублирующих трамвай № 1



Рис. 2.7. Суточное количество входящих пассажиров на маршрутах, дублирующих трамвай № 5

2.6. Оценка уровня дублирования маршрутов по видам транспорта



Рис. 2.8. Суточное количество входящих пассажиров на маршрутах, дублирующих трамвай № 6

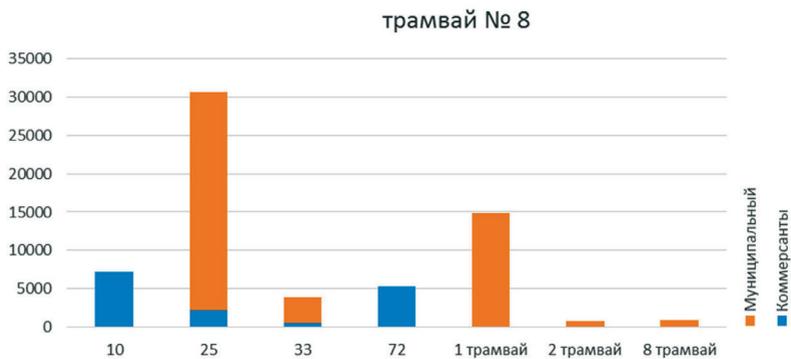


Рис. 2.9. Суточное количество входящих пассажиров на маршрутах, дублирующих трамвай № 8

2.6.3. Автобусы

Сеть автобусного ГПТ характеризуется достаточно высоким дублированием, максимальный уровень которого (19 маршрутов) отмечается на ул. Муравьева-Амурского и ул. Карла Маркса, а также на пр. 60-летия Октября (9 маршрутов). Наибольшее дублирование наблюдается на маршрутах № 1л, 1с, 8, 10, 24, 25, 26, 28 и 35, которые дублируются шестью и более маршрутами муниципальных и коммерческих автобусов. Полное дублирование муниципальными и коммерческими автобусами имеет место на 26 маршрутах.

Наиболее критичное дублирование, определяющее возможное прекращение деятельности, отмечено у маршрутов № 47, 55, 60, 61к, 61с, 72, 79, 85, 86, 87. На рис. 2.10 представлена информация о дублировании автобуса № 47.

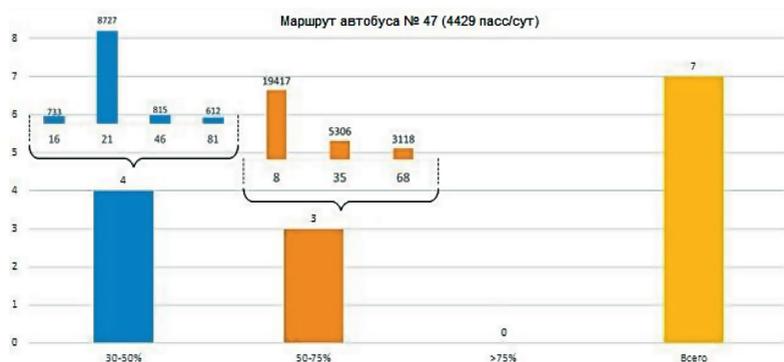


Рис. 2.10. Число маршрутов, дублирующих автобус № 47, и среднесуточное количество пассажиров на них (по данным перевозчиков)

После вступления в силу 1 ноября 2016 г. Закона о монетизации льгот для проезда на общественном транспорте в Хабаровске снизился пассажиропоток на значительной части действующих маршрутов. Это обстоятельство требует уменьшения числа единиц транспорта на маршрутах № 4, 8, 14, 19, 23, 24, 25, 29к, 29п, 42, 49, 52, 56, 68, 71, 73, 88, 89.

2.7. Оценка пешеходной доступности остановок пассажирского...

Пример гистограммы количества проданных билетов за одну смену на маршруте № 4 в общем по всем выходам и по рейсам, а также распределение пассажиропотока на маршрутах с наибольшим дублированием представлены на рис. 2.11 и 2.12.

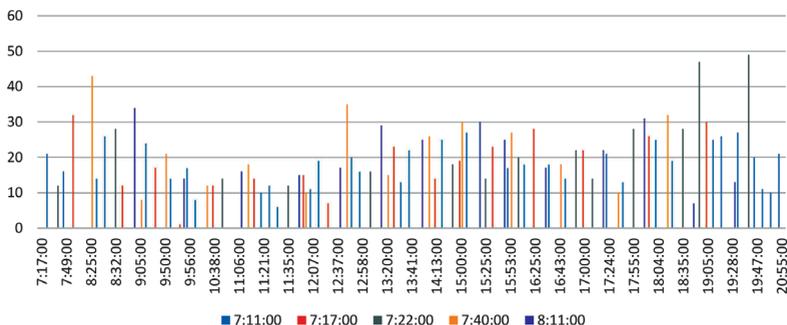


Рис. 2.11. Количество проданных билетов на маршруте автобуса № 4 по рейсам по времени выхода за день с наибольшим количеством выходов (данные перевозчика)

2.7. Оценка пешеходной доступности остановок пассажирского транспорта

Пешеходная доступность остановок ГПТ регламентируется СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», требования которого могут ужесточаться территориальным социальным стандартом транспортного обслуживания населения.

Планировщики часто считают, что зона обслуживания остановок общественного транспорта определяется окружностью, центром которой является остановка. При этом радиус окружности обуславливается представлением о максимальном расстоянии, которое мы готовы преодолеть пешком (например, 600 м). Однако, даже если вы находитесь на расстоянии 600 м до остановки по прямой, это не значит, что путь пешком также составит 600 м. Возможность дойти

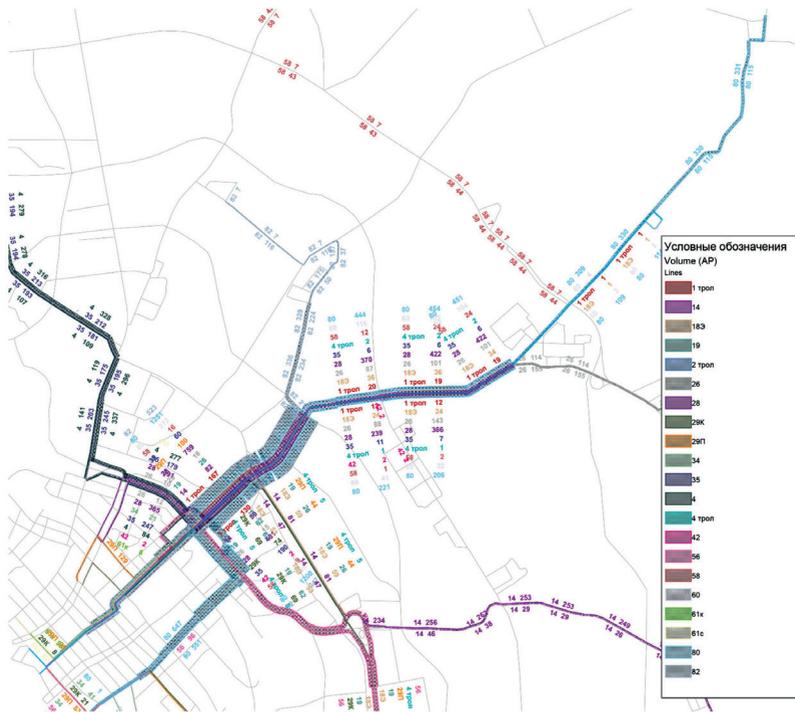


Рис. 2.12. Распределение пассажиропотока на маршрутах автобусов № 14, 18э, 19, 26, 28, 29к, 29л, 34, 35, 4, 42, 56, 58, 60, 61к, 61с, 80, 82 и троллейбусов № 1, 2, 4

2.7. Оценка пешеходной доступности остановок пассажирского...

до остановки определяется УДС. Более связанная и частая сеть позволяет добраться до остановки большему числу людей, в то время как барьеры и фрагментированность сети препятствуют этому. В последнем случае уменьшается потенциальная доступность остановки, а вместе с ней и пассажиропоток.

Другим важным критерием пешеходной доступности остановки является возможность перейти дорогу около нее. Чтобы совершить поездку туда и обратно с определенной остановки, вам придется по крайней мере один раз в день переходить улицу. Если транспорт движется по центральной оси улицы, придется пересекать половину улицы. Соответственно, у пассажиров должна быть возможность спокойно перейти проезжую часть, иначе доступ к полноценному транспортному обслуживанию будет ограничен и ожидать высоко-го пассажиропотока также нельзя.

Нами был проведен анализ проблем пешеходной доступности остановочных пунктов в зонах жилой городской застройки всех четырех районов Хабаровска (рис. 2.13).

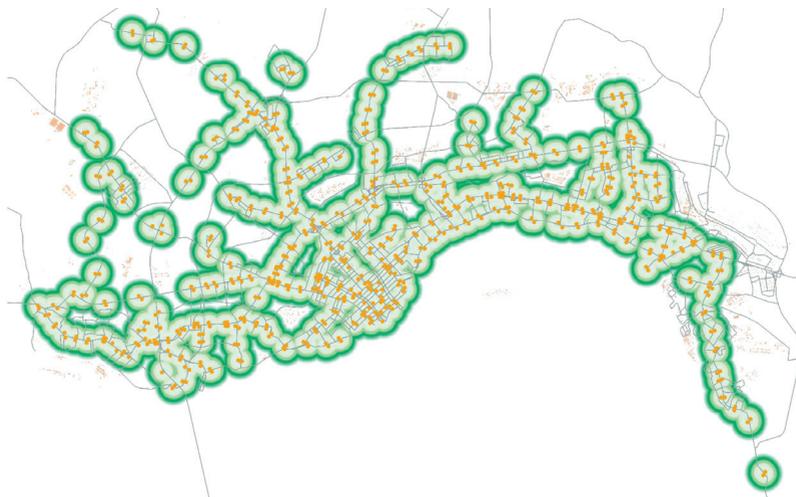


Рис. 2.13. Картограмма пешеходной доступности (500 м) остановок ГПТ Хабаровска

Результаты показали, что в Центральном районе отсутствуют территории, где пешеходная доступность остановок ГПТ превышает норматив для квартала высотной застройки. В Индустриальном районе есть участки, которые не входят в зоны пешеходной доступности: территория в границах ул. Юности – Краснореченской ул. – ул. им. Лейтенанта Орлова С. В. – ул. 1220 километр. В пределах указанных участков имеются проекты застройки высотными жилыми домами. Пешеходная доступность остановок здесь превышает норматив. Кроме того, не входят в зоны пешеходной доступности территории вдоль Правобережной ул. (Кировский район), Новой ул. (Железнодорожный район), а также участки в районах новой застройки, отдаленной от центра города.

2.7.1. Проблемы обслуживания пассажиров

Анализ маршрутной сети ГПТ Хабаровска и условий движения ПС с учетом опроса общественного мнения и данных открытых источников позволил сформулировать ряд основных проблем:

- пассажирская система города явно избыточна по количеству регулярных маршрутов и исполнителей перевозок, поэтому проблемы обслуживания пассажиров определяются качеством работы конкретных перевозчиков на конкретных маршрутах;
- снижение использования экологически чистого ГЭТ большой вместимости наряду с активной эксплуатацией малых коммерческих автобусов способствуют существенному повышению интенсивности движения по УДС;
- через некоторые сечения и остановочные пункты проходит более 15 маршрутов с частотой движения свыше 135 рейсов в час, что вызывает проблемы посадки в нужный транспорт и затраты времени на ожидание его подъезда к остановке; это увеличивает время рейса и, соответственно, снижает производительность маршрутных ТС, а также безопасность обслуживания;
- налицо высокий уровень дублирования маршрутов ГПТ (особенно дублирования маршрутов трамваев и троллейбусов коммерческими автобусами);

2.8. Результаты обследования городских транспортных потоков...

- недостаточное количество ПС на отдельных маршрутах приводит к значительным интервалам движения;
- непродолжительная работа некоторых маршрутов вызывает жалобы пассажиров;
- график движения ПС не соблюдается с отклонением до 1 ч;
- от пассажиров поступают жалобы на отсутствие остановочных комплексов, поврежденных по различным причинам, и неподуманное расположение остановок вблизи трамвайных путей с одной стороны и проезжей части с другой стороны, что ограничивает возможность комфортного размещения на остановке;
- ПС изношен, в холодный сезон отсутствует отопление;
- неосторожное управление ТС в районе остановочных комплексов (в частности, резкие маневры при подъезде и отъезде) приводит к аварийным ситуациям, а следовательно, к потерям времени пассажиров.

2.8. Результаты обследования городских транспортных потоков в сечениях сети

При обследовании транспортный поток рассматривался как совокупность пассажирского общественного и личного транспорта, проходящего в единицу времени через сечение или узел УДС.

Изучение неравномерности движения по времени, составу ТС и направлению проводилось на узлах формирования транспортных потоков, где движение достигает максимальных размеров (рис. 2.14).

В процессе оценки распределения объемов и направленности транспортных потоков при моделировании нагрузки УДС анализировалась интенсивность движения транспорта между районами и зонами города.

Выбор транспортных и линейных объектов для мониторинга осуществлялся на основе исследования структуры потоков на внешних связях центральной транспортной зоны, проведенного ЗАО «Петербургский НИПИГрад» совместно с Тихоокеанским государственным университетом в 2009 г.

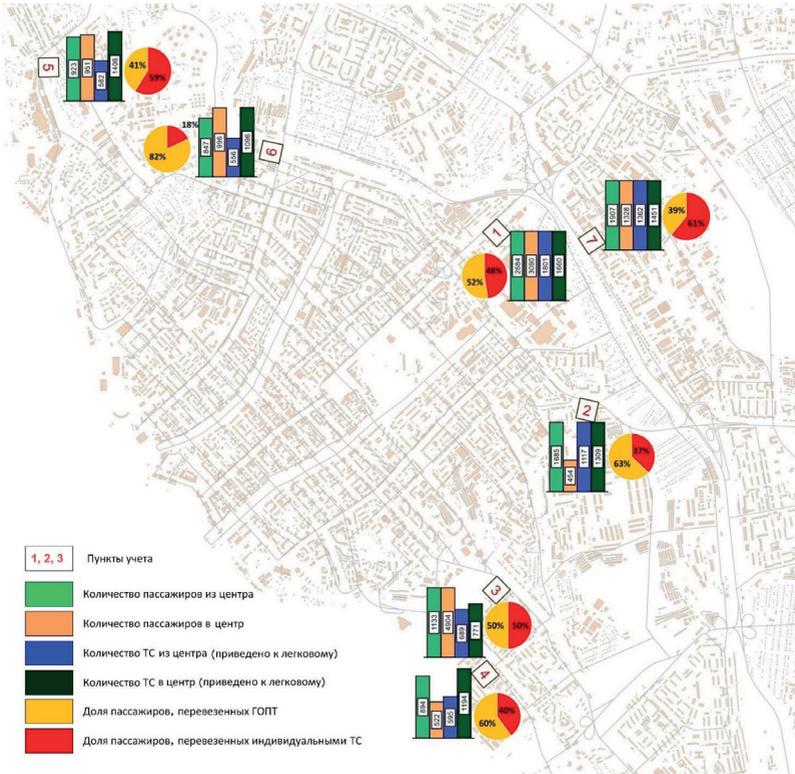


Рис. 2.14. Результаты контрольных замеров на постах

Главные транспортные артерии города (основные исследуемые линейные объекты):

- ул. Карла Маркса;
- Ленинградская ул.;
- Краснореченская ул.;
- Пионерская ул.;
- Тихоокеанская ул.;
- Воронежская ул.

Для сбора информации выделялись основные транспортные узлы. На ключевых перекрестках определялось соотношение личного и общественного транспорта: в среднем 60 % перемещений в городе осуществляется на общественном транспорте, 40 % – на личном. Для калибровки транспортной модели и проверки распределения спроса на передвижение по УДС, помимо контроля основных узлов, проводился выборочный контроль характеристик транспортного потока.

Выводы

1. Хабаровск является административным центром Хабаровского края. По численности населения он относится к группе крупных городов и является городским округом с перспективной миссией столицы Дальнего Востока международного значения (при условии создания мультимодального дальневосточного транспортно-логистического узла).

2. Перспективная миссия Хабаровска требует развития УДС и осуществления городского транспортного обслуживания на уровне международных технологий и показателей.

3. Из всех видов пассажирского транспорта наибольшую социальную значимость имеет пассажирский транспорт общего пользования.

4. Характеристики сложившейся транспортной системы Хабаровска определены на основании данных службы государственной статистики (Хабаровскстата), управления транспорта администрации города, стратегического плана устойчивого развития и проекта генерального развития Хабаровска, а также материалов обследования движения городского транспорта в сечениях УДС.

5. Использование в транспортном моделировании работы ГПТ Хабаровска современного программного продукта PTV Visum позволило получить данные многоцелевого назначения о комплексном обслуживании населения общественным транспортом.

Глава 3. ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОГО СПРОСА

3.1. Методология исследования транспортного спроса

Система ГПТ в целом и все входящие в нее подсистемы оказывают значительное влияние на темпы развития и функционирования города. Как справедливо отмечал французский градостроитель П. Мерлен, транспорт для города не является самоцелью. Архитектор Ле Корбюзье и его последователи в градостроительном манифесте «Афинская хартия» верно указывали, что тремя основными функциями города являются жилье, работа и досуг, а организация движения – одна из задач градостроительства, призванного способствовать осуществлению этих функций.

Город и ГПТ, с одной стороны, развиваются как детерминированная система, с другой же стороны, налицо стохастические явления: демографические процессы, выбор населением мест проживания, работы, отдыха, обслуживания и т. д. При моделировании систем ГПТ необходимо учитывать этот дуализм путем использования методов имитационного моделирования. Создаваемые модели должны воспроизводить естественные процессы в системе ГПТ и давать исходный материал для выбора оптимального варианта.

Анализ специальной литературы также подтверждает, что из всех существующих методов математического моделирования для оптимизации систем ГПТ лучше всего подходит имитационный метод. Американский математик Дж. Форрестер считает город сложной системой, где зависимости между элементами не могут быть описаны линейными функциями. Это обстоятельство не позволяет применять при изучении городов хорошо развитый аналитический аппарат современной математики, который более приспособлен для исследования именно линейных зависимостей, присущих простым системам. Методы имитации более трудоемки, чем мате-

математические, менее изящны и лаконичны, но обладают большей эвристической силой, просты в использовании и доступны широкому кругу специалистов.

Следует отметить, что все вопросы проектирования и оптимизации решаются в условиях ограничений. Влиятельный американский специалист по городскому планированию К. Линч считает, что при наличии каких-то ограничений или требований работать легче, чем в случаях, когда ситуация совершенно «открыта». В современной практике предлагаемые решения всегда должны быть увязаны с существующими нормативами.

Математическое программирование (раздел науки об исследовании операций) предполагает, что принятие решений осуществляется определенным образом. На первом этапе происходит построение качественной модели рассматриваемой задачи, т. е. выделение факторов, представляющихся наиболее важными, и установление закономерностей, которым они подчиняются. Этот этап выходит за пределы математики и базируется на специфике изучаемого процесса. Второй этап состоит в построении математической модели задачи и представляет собой запись качественной модели в математических терминах. Математическая модель устанавливает соотношения между совокупностью переменных, являющихся параметрами управления явлением. Этот этап включает также построение целевой функции переменных: такой характеристики, большему или меньшему значению которой соответствует лучшая, с точки зрения принимающего решение лица, ситуация. На третьем этапе исследуется влияние переменных на значения целевой функции, для чего выбирается метод решения задачи. Именно в такой последовательности реализуются моделирование и оптимизация систем ГПТ.

Качественная модель системы построена на базе предложенных удельных показателей. Система ГПТ действует одновременно во времени и пространстве, связанных между собой через скорость передвижения жителя:

$$V_{\text{пер}} = l / t_{\text{жит}},$$

где $t_{\text{жит}}$ – время передвижения.

Для ГПТ показатель $V_{\text{пер}}$ одновременно отражает удельную производительность системы и может служить критерием ее развития, так как не противоречит общему народно-хозяйственному критерию. Действительно, чем выше скорость передвижения, тем больше суммарный эффект от развития ГПТ.

Моделью поездки является время, затрачиваемое пассажиром на передвижения с использованием ГПТ:

$$t_{\text{пас}} = t_{\text{по}} + t_{\text{ож}} + t_{\text{п}} + t_{\text{пер}},$$

где $t_{\text{по}}$ – время подхода к остановочному пункту и отхода от него; $t_{\text{ож}}$ – время ожидания транспорта; $t_{\text{п}}$ – время поездки; $t_{\text{пер}}$ – время пересадки.

Для Хабаровска $t_{\text{пас}} = 9,51 + 5,67 + 22 + 5,67 = 42,85$ мин, в то время как для города с населением более 500 тыс. чел. данный показатель не должен превышать 41 мин. Таким образом, в Хабаровске он находится на критическом уровне. Обусловлено это тем, что отдельные компоненты структуры временных затрат содержат в аналитических выражениях все транспортно-планировочные показатели города, характеризующие город, транспортную и маршрутную сети, а также ПС всех видов.

Математическая модель системы ГПТ строится на базе предложенной качественной модели передвижения. В общем виде задача оптимизации системы ГПТ конкретного города может быть сформулирована следующим образом: требуется выбрать такой вариант системы, который удовлетворит транспортные потребности населения и позволит достигнуть наилучшего значения комплексного показателя функционирования ГПТ. При этом каждый вариант транспортной системы характеризуется конкретным набором видов наземного маршрутизированного транспорта (автобус, трамвай, троллейбус), распределением суммарной потребности в передвижениях по видам транспорта, плотностью транспортных сетей всех видов, количеством ПС и плотностью населения.

Разрабатываемая математическая модель с достаточным уровнем точности позволяет расчетным путем определить величину пассажиропотока на УДС.

3.1. Методология исследования транспортного спроса

Все передвижения пассажиров, несмотря на их кажущуюся хаотичность, подчиняются определенным закономерностям, знание которых помогает правильно планировать развитие системы ГПТ. Наиболее важные для работы ГПТ закономерности передвижений связаны с масштабом города, взаимным расположением отдельных пунктов тяготения, вероятностью пользования транспортом, выбором пути следования и пр. Эти факторы влияют на подвижность и основные пространственно-временные параметры передвижения населения. В развитой системе ГПТ передвижения «от двери до двери» связаны со значительными временными расходами на подход к остановке, ожидание, пересадки и отход от остановки.

Наиболее распространенным видом ГПТ в Хабаровске являются автобусы.

Основные пассажирообразующие узлы города:

- ж.-д. вокзал;
- автовокзал;
- Комсомольская пл.;
- Южный микрорайон;
- остановка «Большая»;
- химико-фармацевтический завод.

Основные магистральные улицы:

- ул. Муравьева-Амурского – ул. Карла Маркса;
- пр. 60-летия Октября;
- ул. Пионерская/Морозова П. Л.;
- Краснореченская ул.;
- Тихоокеанская ул.

На городских маршрутах Хабаровска за сутки в будние дни перевозится в среднем 278 995 чел.: автобусами – 240 244 чел. (86 %), электротранспортом – 38 751 чел. (14 %), а в выходные дни – 176 059 чел.: автобусами – 152 014 чел. (88 %), электротранспортом – 24 045 чел. (12 %).

Распределение пассажирооборота по видам транспорта и дням недели представлено в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Распределение объемов пассажирских перевозок, чел.

Вид транспорта	Будни	Суббота
Автобусы	201 151	143 838
Маршрутные такси	39 093	32 221
Электротранспорт	38 751	24 045
ВСЕГО	278 995	200 104

Потребность населения в транспорте зависит не только от количества, но и от дальности поездок, которая является весьма существенным показателем, влияющим на экономическую деятельность транспортных предприятий и определяющим не только целесообразность выбранной маршрутной схемы, но и количество ПС, необходимого для обеспечения перевозок.

Величина средней дальности поездки – фактор непостоянный, зависящий от размера и формы территории города, протяженности и конфигурации сети ГПТ, взаимного расположения жилых массивов и пунктов пассажирского тяготения.

Средняя дальность поездки пассажиров для маршрутной сети Хабаровска составляет 6,27 км: наименьшая средняя дальность – 2 км (на маршруте 1л), наибольшая – 9,92 км (на маршруте 466). Средняя дальность поездки на электротранспорте ниже, чем в среднем по сети, – 3,48 км.

3.2. Анализ генерального плана г. Хабаровска

Структура УДС города складывалась в соответствии с развитием городской застройки между береговой линией Амура и параллельной ей ж.-д. магистралью, проходящей восточнее реки. Город вытянулся в меридиональном направлении примерно на 50 км.

На формирование УДС повлияли разобщенность застройки ж.-д. магистралью и сложность рельефа в отдельных районах. В настоящее время сформирована главным образом прямоугольная и радиально-кольцевая сетка улиц.

Рассмотрим сложившуюся сеть основных магистральных направлений.

Меридиональные магистральные направления, проходящие западнее железной дороги. Основное меридиональное направление образовано Владивостокским ш. и улицами Краснореченской, Волочаевской, Серышева, Воронежской, Шелеста, Тихоокеанской и Руднева. Это направление, проходя через основную городскую застройку с юга на север, выходит в южном направлении на федеральную автодорогу на Владивосток, а в северном – в зону отдыха.

Магистраль, дублирующую данное направление, образуют улицы Ульяновская, Автобусная, Шевчука, Морозова П. Л., Калинина и Тихоокеанская. В северном направлении она выходит в центральную часть города, а в южном – в зону отдыха (к санаторию «Уссури») и к таможенному пункту на границе с Китаем.

В центральном районе города указанные магистрали дублируются улицами Ленинградской, Калинина, Тургенева и др.

Меридиональное магистральное направление, проходящее восточнее железной дороги, образовано пр. 60-летия Октября, Большой ул. и Воронежским ш. Оно проходит с юга на север, обслуживая застройку на востоке от железной дороги. В южном и северном направлениях эта магистраль выходит на основное магистральное направление, проходящее западнее железной дороги.

Широтные магистральные направления. Основная широтная магистральная связь проходит по ул. Муравьева-Амурского, ул. Карла Маркса и Матвеевскому ш. В восточном направлении она выходит к аэропортам и на автодорогу Хабаровск – Комсомольск-на-Амуре, а в западном – в центр города, к железнодорожному и речному вокзалам. В центральной части ее дублируют улицы Ленина и Серышева, Амурский и Уссурийский бульвары.

К основным широтным направлениям относится и ул. Суворова в южной части города, которая связывает меридиональные магистрали, проходящие западнее и восточнее железной дороги.

Через отдельные районы города также проходит ряд обслуживающих их магистральных связей: улицы Советская, Горького, Нововыборгская, Аэродромная, Автобусная, Ульяновская, Восточное ш. и др.

Специально организованной главной улицы, предназначенной только для пешеходного движения, в Хабаровске нет.

По всем магистральным направлениям проходит как пассажирский транспорт, так и грузовой.

Генеральным планом предлагаются мероприятия по развитию транспортной инфраструктуры Хабаровской территориальной транспортной системы, направленные на достижение следующих целей:

- устойчивое развитие Хабаровска, его пригородной зоны и региона в целом;
- сохранение и развитие полноценной городской и досугово-рекреационной среды;
- поощрение развития постиндустриальных видов деятельности на основе укрепления статуса Хабаровска в международных и национальных транспортных сетях с помощью строительных и организационных преобразований существующих транспортных сетей, создания логистических городских транспортных систем, рационального сочетания градостроительного развития транспортных сетей и преобразования вмещающих их территорий.

В основу планирования градостроительных мероприятий в рамках Генерального плана положены следующие задачи:

- максимальное использование уникального геоэкономического положения Хабаровской транспортной системы на основе взаимовыгодного объединения при развитии отдельных ее объектов общегосударственных, региональных, муниципальных и частных интересов;
- развитие инфраструктуры пассажирских и грузовых перевозок на международных маршрутах, связывающих РФ с Китаем;

- комплексное развитие всех видов транспортной инфраструктуры (включая внутригородскую транспортную систему) на основе международных стандартов качества обслуживания пассажирских и грузовых перевозок.

Продолжение традиций хабаровского градопланирования в части развития объектов транспортной инфраструктуры предполагает тщательную прорисовку таких элементов плана города, как трассы автомобильных обходов, каркас магистралей общегородского и районного значения, узлы главных площадей и сети рельсового транспорта, в увязке с типологией существующей и формируемой городской застройки.

Целевые показатели развития транспортной инфраструктуры Хабаровска:

- транспортная инфраструктура должна быть рассчитана на обслуживание населения численностью 650 тыс. чел. с учетом населения прилегающих территорий (до 78,3 тыс. чел.) и временного населения (ориентировочно – 5 % от постоянного) при росте подвижности на всех видах ГПТ к 2030 г. на 10 % по сравнению с 2011 г.;

- при градостроительных преобразованиях необходимо предусматривать приоритетное развитие ГПТ; развитие УДС и сети ГПТ должно обеспечить повышение безопасности и надежности всех видов передвижений, а также снижение негативного воздействия транспорта на окружающую среду до показателей, соответствующих национальным и международным стандартам;

- объекты внешней транспортной инфраструктуры должны рассчитываться с учетом роста подвижности на внешних видах пассажирского транспорта;

- сооружения инфраструктуры внешнего грузового транспорта следует рассчитывать исходя из роста транзитных грузопотоков в Хабаровском транспортном узле и создания мультимодального транспортно-логистического узла;

- ГПТ должен обеспечивать передвижения по городской территории со средними затратами времени не более 35–40 мин для 80–90 % населения;

- сооружения для хранения и обслуживания индивидуального автомобильного транспорта необходимо рассчитывать на уровень автомобилизации в 400 авт./1000 жит. к 2020 г. и 450 авт./1000 жит. к 2030 г.

Для достижения вышеуказанных целей в проекте Генерального плана предусмотрены следующие меры:

- определение местоположения объектов транспортной инфраструктуры местного значения, местоположения и основных параметров магистральных улиц, дорог и сетей ГПТ в увязке с функциональным зонированием территорий;

- подготовка предложений по развитию сетей и отдельных сооружений федерального и регионального уровней с учетом федеральных и региональных планов, а также решений Генерального плана по развитию объектов местного уровня;

- выделение территорий планировочных районов для проведения проектно-изыскательских работ по преобразованию городской застройки в увязке с развитием объектов транспортной инфраструктуры федерального, регионального и местного уровней.

3.3. Распределение населения по территории г. Хабаровска

3.3.1. Оценка перспективного транспортного спроса

Согласно Генеральному плану Хабаровска среднегодовая целевая подвижность населения во внутригородских передвижениях принята в количестве 1,9 передвижения в сутки. Общий объем передвижений, исходя из современной численности населения города и пригородов, составляет 1,19 млн передвижений в сутки. На расчетный срок до 2030 г. прогнозируется рост целевой подвижности в 1,1 раза (до 2,1 передвижения в сутки), что с учетом роста населения приведет к повышению общего объема передвижений в 1,3 раза (до 1,53 млн передвижений в сутки). Для внешних сообщений на тот же расчетный срок прогнозируется двукратный рост подвижности населения.

Для выявления перспективного распределения спроса между планировочными направлениями и между основными видами транспорта (индивидуальным и общественным) использовались геоинформационная транспортная модель Хабаровска и программный комплекс PTV Visum. За основные факторы, влияющие на распределение потоков, принимались изменения в расселении, развитие сети и рост уровня автомобилизации.

Главной задачей моделирования транспортных потоков является определение величины нагрузки на сеть в целом и ее отдельные элементы в зависимости от расселения, характеристик подвижности, конфигурации сети и параметров ее элементов.

В системе моделирования транспортных потоков можно выделить четыре подсистемы:

- 1) формирование векторов отправлений-прибытий;
- 2) формирование матриц межрайонных корреспонденций;
- 3) расщепление по способам передвижений;
- 4) распределение корреспонденций по транспортной сети.

В ходе данной работы была выполнена калибровка модели, определены параметры функций тяготения и предпочтения при выборе пути, наилучшим образом отвечающие транспортной ситуации в Хабаровске.

3.3.2. Изменения в расселении

Население Хабаровска при моделировании было принято равным 616,16 тыс. чел. (с учетом пригородной зоны – 624,3 тыс. чел.). Для расчетного срока (2030 г.) принималась численность населения в размере 650 тыс. чел. (с учетом пригородов – 728,3 тыс. чел.).

Доля самостоятельного населения по городу составляет 70 %, в том числе на 2016 г.: трудящихся – 322,5 тыс. чел., учащихся – 79,4 тыс. чел.; на 2030 г.: трудящихся – 388,7 тыс. чел.; учащихся – 88,7 тыс. чел. (табл. 3.2).

Плотность представляет собой параметр, показывающий, сколько людей, рабочих мест и различных точек притяжения находится в фиксированной зоне вокруг каждой остановки общественного

транспорта. Плотность в значительной мере обуславливает частоту въездов-выездов для конкретной зоны, которая, в свою очередь, определяет вероятность использования того или иного вида транспорта.

Таблица 3.2

Структура населения и занятости в Хабаровске (с учетом пригородов)

Параметр	2016 г.	2030 г.
Население, тыс. чел.	624,3	728,3
Основной транспортный контингент (всего), тыс. чел.	434,7	537,0
В том числе:		
трудящиеся	348,4	435,5
студенты очной формы обучения и учащиеся ПТУ	86,3	101,5
Рабочие места (всего), тыс.	348,3	430,6
В том числе:		
в сфере услуг	62,4	74,8
прочие	285,9	355,8

Общественный транспорт имеет дополнительную ценность для людей, живущих в условиях плотной застройки, поскольку здесь меньше пространства для личных автомобилей, что проявляется в виде нехватки мест для стоянок, высокой платы за парковку, возникновения дорожных пробок. В связи с этим в условиях плотной застройки горожане реже пользуются личными автомобилями и приобретают их, что увеличивает спрос на услуги ГПТ.

Значимая для общественного транспорта плотность должна иметь очень мелкую нарезку по районам. Важна не средняя плотность по городу, а плотность непосредственно вокруг остановок общественного транспорта. По этой причине в настоящей работе плотность анализируется с использованием транспортных кварталов малого размера.

Линейность движения по маршрутам общественного транспорта определяется исторически сложившимися схемами территори-

ального планирования, заложенными в Генеральном плане, который отражает потребности всех заинтересованных сторон в стратегическом развитии территорий поселений, городских округов и является законом для данной территории в РФ. Линейность движения закладывается в функции времени перемещения пассажиров по маршруту в транспортной сети.

При прочих равных условиях перевозки на более короткие расстояния дешевле, чем на более длинные. Поэтому, например, рентабельность перевозок между двумя отдаленными районами ниже, чем между соседними территориями.

Все решения о возведении каких-либо объектов так или иначе являются транспортными решениями. Это особенно справедливо в отношении общественного транспорта, поскольку его эффективность во многом зависит от описанных выше параметров застройки. Если мы стремимся к высокому пассажиропотоку, то предложить лучшее транспортное обслуживание сможем там, где условия этому благоприятствуют (разумеется, достижение высокого пассажиропотока является не единственной целью общественного транспорта).

Рассмотрим особенности Хабаровска, определяющие потенциальный пассажиропоток.

Большинство поездок начинаются или заканчиваются в местах проживания людей, поэтому распределение жилья и особенно его плотность имеют колоссальное значение в формировании спроса на услуги общественного транспорта. При исследовании плотность населения определялась по адресам прописки, что позволило создать очень точную карту, на которой плотность агрегирована в виде территориальных зон небольшого размера.

Распределение плотности населения в Хабаровске имеет несколько важных для ГПТ особенностей, наиболее значимы из которых следующие:

- большинство населения проживает в районах с высокой плотностью, что благоприятно для общественного транспорта, поскольку означает наличие сложностей с использованием личных автомобилей и потенциальную успешность ГПТ, спрос на услуги которого достаточно велик;

- участки с высокой плотностью населения имеют вид кластеров, расположенных достаточно далеко друг от друга;
- плотность населения высока в основном на периферии и в центре города и характеризуется большой степенью линейности, что является важным фактором для общественного транспорта; в определенных местах плотность сосредоточена вдоль трамвайных линий (например, Тихоокеанская ул. на севере и Краснореченская ул. на юге).

Крупным источником спроса на транспортные услуги являются поездки на работу, хотя они обычно и не составляют большинства поездок в городе. Общественный транспорт хорошо подходит для этого, поскольку людям легко запомнить свой маршрут и привыкнуть к регулярным поездкам по нему. Плотность мест приложения труда в Хабаровске показана на рис. 3.1.

3.4. Анализ пассажиропотоков по доходности городского общественного пассажирского транспорта

Используемая при моделировании схема мест притяжения учитывает все объекты, посещаемые горожанами, включая магазины, зрелищные сооружения, социальные сервисы и т. д. На ней хорошо видны университеты, поскольку число студентов на занятиях на единицу площади обычно больше, чем количество рабочих мест. Образовательные учреждения являются одним из наиболее устойчивых источников спроса на услуги ГПТ по всему миру, и именно поэтому большинство систем общественного транспорта уделяет им особое внимание.

Ни в одной из зон нет более 3000 рабочих мест на 1 км², однако при учете студентов и пациентов медицинских учреждений уровень активности населения поднимается до 12 000 мест посещения на 1 км² (например, в северной части Тихоокеанской ул.).

На рис. 3.2 представлена дифференциация пассажиропотока по типам транспорта, а на рис. 3.3, 3.4 – его распределение между муниципальными и коммерческими перевозчиками.

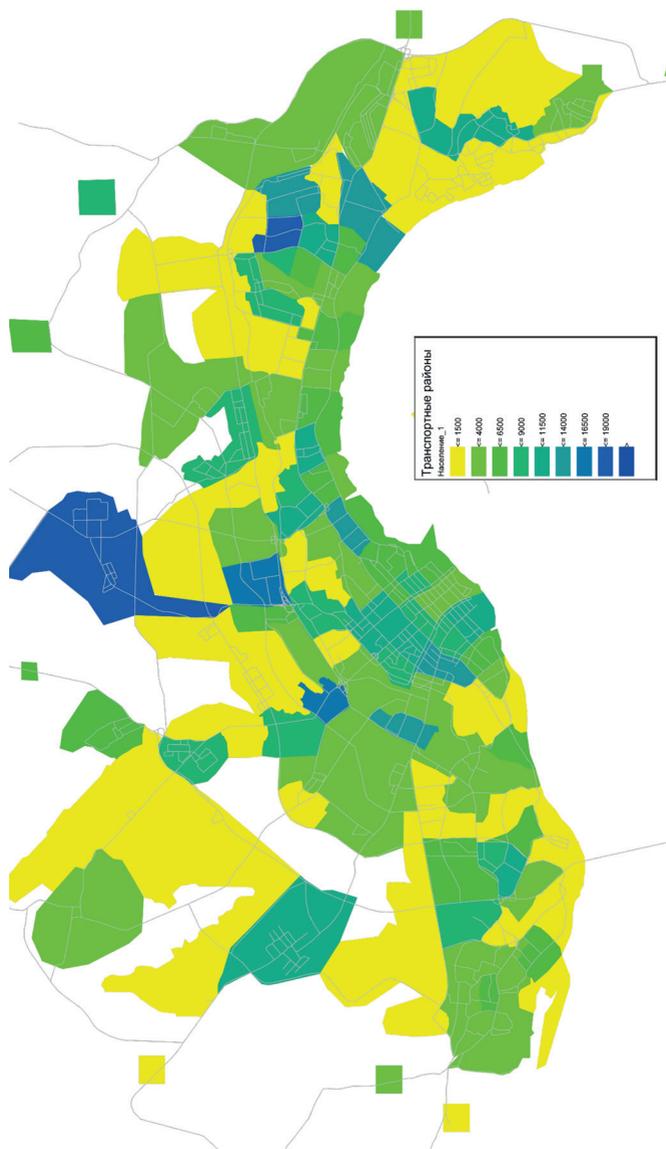


Рис. 3.1. Плотность мест приложения труда по транспортным районам Хабаровска



Рис. 3.2. Дифференциация пассажиропотока по типам транспорта



Рис. 3.3. Распределение пассажиропотока между муниципальными и коммерческими перевозчиками



Рис. 3.4. Распределение объема перевозок на 1 км между муниципальными и коммерческими перевозчиками

Наибольшим количеством часов эксплуатации в день характеризуются автобусы большой вместимости. Тем не менее трамваи генерируют большой пассажиропоток, поскольку транспорт, обладающий высокой провозной способностью, перевозит больше людей, а потому является и более эффективным капиталовложением. Из-за протяженных участков обособленных путей движения трамваи привлекают больше пассажиров и позволяют эксплуатировать транспорт с меньшим количеством рабочих часов водителей, так как более высокая скорость означает, что водителей для работы маршрута нужно меньше. Таким образом, необходимо добиваться повышения скорости и надежности трамваев.

На сеть, обслуживаемую средними и малыми автобусами, приходится 30 % общего пассажиропотока, однако здесь для выполнения задачи требуется больше часов эксплуатации. Поскольку провозная способность таких автобусов ниже, чем трамваев и автобусов большой вместимости, они должны ходить с большей частотой и, соответственно, использовать больше ТС и часов работы водителей.

3.4.1. Наиболее нагруженные маршруты

Нагруженность ТС и пассажирообмен определяются через количество посадок за час работы (рис. 3.5–3.7).

20 НАИБОЛЕЕ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНЫХ МАРШРУТОВ

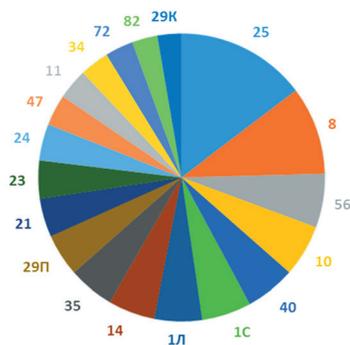


Рис. 3.5. Маршруты с наибольшим пассажиропотоком

10 НАИБОЛЕЕ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНЫХ МУНИЦИПАЛЬНЫХ МАРШРУТОВ

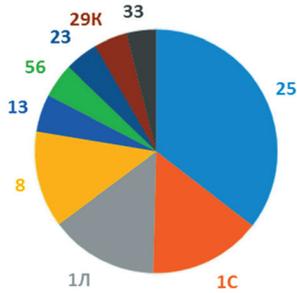


Рис. 3.6. Маршруты с наибольшим объемом пассажиров, перевезенных муниципальными автобусами

10 НАИБОЛЕЕ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНЫХ ЧАСТНЫХ МАРШРУТОВ

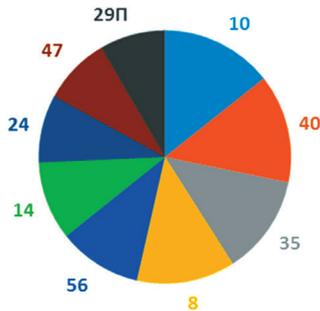


Рис. 3.7. Маршруты с наибольшим объемом пассажиров, перевезенных коммерческими автобусами

Можно было бы ожидать, что самыми нагруженными маршрутами окажутся трамвайные (учитывая бóльшую провозную способность этого вида транспорта), однако у каждого вида транспорта, кроме автобусов средней вместимости, есть маршруты с высоким

уровнем производительности. Нагруженность не постоянна на всем протяжении маршрута, поэтому маршруты с высоким значением данного параметра следует рассматривать лишь для составления общего впечатления.

Примечательно, что районы с наибольшей плотностью населения и малым количеством рабочих мест коррелируют с наибольшей производительностью ПС.

3.4.2. Наименее нагруженные маршруты

Низкая производительность (пассажиропоток на 1 ч работы) также присутствует у всех видов транспорта, включая трамваи. Стоит отметить, что расчетная производительность бывает немного занижена для ПС, работающего на длинных маршрутах, где меньше сменяемость пассажиров и, соответственно, количество посадок в час.

На худших маршрутах происходит менее 31 посадки за 1 ч (менее 1 посадки за 2 мин). Самая низкая производительность, наблюдаемая в Хабаровске, – 17 посадок за 1 ч (1 посадка за 4 мин). Здесь следует учесть, что обслуживание загруженного направления слишком большим числом маршрутов снижает доходность работы ПС.

Низкая доходность наиболее характерна для протяженных маршрутов, но ее причиной не всегда является именно длина. Например, множество маршрутов с автобусами средней вместимости начинаются в южной части города и разветвляются по всем направлениям, обслуживая поездки, которые могли бы совершаться на трамваях или больших автобусах, но, вероятнее всего, с пересадкой.

3.4.3. Производительность различных видов транспорта

Высокая производительность трамваев прослеживается на маршрутах, ведущих из периферийных жилых районов в центр города (№ 1, 5), а также на некоторых коротких маршрутах, например внутри большого района (№ 6).

Большинство троллейбусных маршрутов по всем направлениям имеют крайне низкую доходность.

Производительность и частота движения

Высокая частота движения – дорогое удовольствие. Увеличение частоты вдвое удваивает и количество часов эксплуатации, необходимых для обслуживания маршрута.

Казалось бы, высокая частота движения должна коррелировать с невысокой производительностью, поскольку пассажиропоток будет разделен на большее количество ПС и часов его эксплуатации, но на практике гораздо чаще получается наоборот, поскольку высокая частота движения имеет свойство притягивать пассажиропоток.

На производительность транспорта влияют многие факторы, включая специфику обслуживаемой территории, длину маршрута и провозную способность ПС. Тем не менее определенный тренд можно заметить по крайней мере у троллейбусов и автобусов: здесь высокая частота движения коррелирует с высокой производительностью.

Обратите внимание, что в данном случае измеряется устойчивая частота движения на конкретном маршруте, а не общая частота движения для всех маршрутов, проходящих по улице. Общая частота также может быть полезна, но пассажира гораздо больше интересует частота движения на нужном ему маршруте. *Поэтому многие успешные системы общественного транспорта состоят из небольшого количества маршрутов с высокой частотой движения на каждом.*

Для исследований распределения пассажиров во времени необходимо проводить сбор и обработку соответствующей информации.

Муниципальные перевозки

Для получения и анализа данных о количестве пассажиров, перевезенных муниципальным транспортом (в Хабаровске это МУП «ПАТП № 1» и МУП «ТТУ»), можно использовать информацию с билетно-учетных листов, заполняемых кондукторами, где содержатся отметки о количестве проданных за рейс билетов в виде номеров с билетных катушек. При этом систематизация и оцифровка

ка материала с бумажных носителей, разбор данных и привязка к маршрутным расписаниям с целью последующего анализа достаточно трудоемки.

В ходе исследования было обработано свыше 9700 билетно-учетных листов за период с ноября 2015 г. (начало отмены льгот) по февраль 2016 г. Распределение пассажиропотока по существующим маршрутам показано на рис. 3.8.



Рис. 3.8. Распределение пассажиропотока по маршрутам по формам собственности

Коммерческие перевозки

Коммерческие перевозчики не ведут билетно-учетных листов, однако являются частью системы перевозок и нередко работают по общим маршрутам и графикам с муниципальными автобусами. Поэтому анализ трафика, обслуживаемого частным автотранспортом, потребовал проведения отдельных мероприятий по учету работы на линиях и разработки форм учетных листов для перевозчика и конкретного автобуса (рис. 3.9, 3.10).

Согласованное взаимодействие перевозчиков и создание учетных листов значительно ускорили сбор, оцифровку и обработку базы данных. Общий объем обработанного материала составил 4300 учетных листов. Следует отметить, что возможность установки валидаторов или счетчиков пассажиров позволяет существенно сократить время сбора информации, а также избавляет от необходимости дополнительно контролировать заполнение перевозчиком листов и предоставление данных.

ПОНЕДЕЛЬНИК

УЧЕТНЫЙ ЛИСТ ПЕРЕВОЗЧИКА _____

Дата	№ маршрута / № выхода	№ автобуса	Время работы на линии		Количество рейсов	Продано билетов
			выход	заход		

Рис. 3.9. Форма учетного листа перевозчика (фрагмент)

ПОНЕДЕЛЬНИК

УЧЕТНЫЙ ЛИСТ АВТОБУСА _____

Перевозчик _____ Дата _____

Маршрут _____ № выхода _____

№ рейса	Наименование конечной. Прямое направление	Время прибытия	Продано билетов	Наименование конечной.		Время прибытия	Продано билетов
				Обратное направление			

Рис. 3.10. Форма учетного листа автобуса (фрагмент)

3.5. Исследование загрузки существующих маршрутов

Результаты исследований подробно отражены на диаграмме распределения трафика по существующим маршрутам (рис. 3.11). Пример распределения трафика на конкретном маршруте в течение месяца показан на рис. 3.12.



Рис. 3.11. Распределение пассажиропотока по маршрутам за неделю

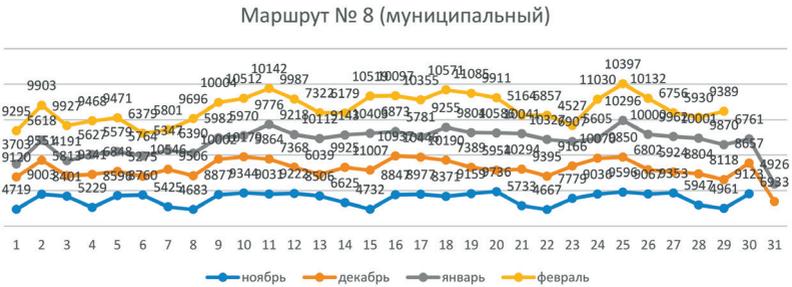


Рис. 3.12. Распределение пассажиропотока на маршруте № 8 за месяц

3.5. Исследование загрузки существующих маршрутов

Уточнение калибровочных коэффициентов загрузки по длине маршрута и определение напряженности пассажирообмена на остановочных пунктах необходимо проводить одновременно с контролем данных, предоставляемых коммерческими и муниципальными перевозчиками. Хотя этот процесс не является сплошным исследова-

нием пассажиропотока и гораздо менее трудозатратен, он потребовал привлечения вспомогательного персонала в количестве 65 учетчиков из числа студентов и организации их деятельности, для чего были разработаны удостоверение учетчика и учетный лист маршрута (рис. 3.13, 3.14).

Распределение существующего и смоделированного трафика по длине конкретного маршрута показано на рис. 3.15.

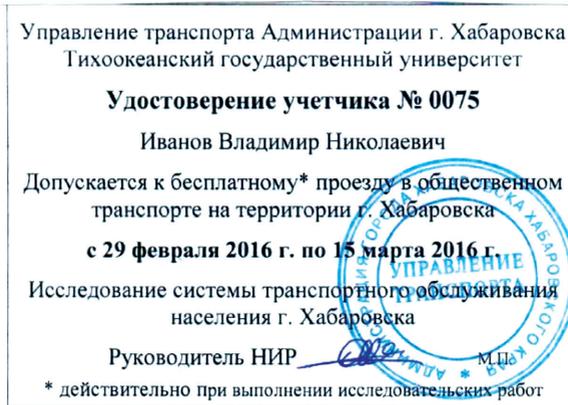


Рис. 3.13. Удостоверение учетчика

Учетный лист маршрута _____

ФИО учетчика		Группа			Номер двери /марка автобуса				
дата		Гос. номер			Время выхода Номер выхода		Гараж. номер		
№ п/п	Наименование остановки (прямое направление)	время	вход	выход	№ п/п	Наименование остановки (прямое направление)	время	вход	выход
1					28				
2					29				
3					30				

Рис. 3.14. Форма учетного листа маршрута (фрагмент)



Рис. 3.15. Распределение числа входящих пассажиров по остановкам при существующих условиях и по модели (на примере маршрута № 22)

3.6. Анкетирование населения

Оптимальным способом получения данных о перемещениях горожан по различным слоям спроса («работа – дом», «работа – магазин», «дом – работа» и т. д.) является анкетирование. Оно также используется для дополнительного изучения корреспонденции поездок и пожеланий населения. При подготовке к сбору информации может оказаться очень полезной обработка отзывов с интернет-ресурсов администрации города, комментариев и обсуждений публикаций информационных агентств и сетевых изданий.

Оповещение общественности о проведении анкетирования можно осуществить через средства массовой информации: телевидение, печатные и интернет-издания, листовки (рис. 3.16). Анкетирование обязательно проводить в учреждениях, на градообразующих, крупных и муниципальных предприятиях.

Обращение к жителям Хабаровска и форма анкеты представлены на рис. 3.17, 3.18. Анкета пассажира и программный модуль сбора информации через сеть «Интернет» были размещены на ресурсе <http://trank.khstu.ru>.

Дорогие Хабаровчане и гости города!

Развитие города, строительство микрорайонов, появление новых технологических решений, изменение рыночных условий - все это приводит к необходимости модернизации. Тихоокеанский государственный университет совместно с Управлением транспорта Администрации города Хабаровска проводит исследовательские и проектные мероприятия.

Обращаемся к Вам с просьбой заполнить небольшую анкету о маршрутах Ваших поездок по городу. Эти сведения помогут определить предпочтения пассажиров и оптимизировать маршрутную сеть города Хабаровска, режимы работы общественного пассажирского транспорта и автотранспортных предприятий. Анкета пассажира доступна в сети интернет по адресу:

<http://trank.khstu.ru>

Вы можете воспользоваться также мобильным устройством.

Заранее выражаем Вам глубокую благодарность!

Рис. 3.16. Листовка, оповещающая о проведении анкетирования пассажиров



ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА ХАБАРОВСКА

Дорогие Хабаровчане и гости города!

Развитие города, строительство микрорайонов, появление новых технологических решений в технике и технологиях, изменение рыночных условий - все это приводит к необходимости модернизации. Сегодня задача реформирования стоит перед отраслью пассажирского транспорта города. Запущен проект по исследованиям и разработке новой модели пассажирской транспортной сети, работы производятся специалистами Тихоокеанского государственного университета по заказу Управления транспорта Администрации города Хабаровска. Выполняется группа исследовательских мероприятий.

Обращаемся к Вам с просьбой заполнить небольшую анкету о маршрутах Ваших поездок по городу. Эти сведения помогут определить предпочтения пассажиров и оптимизировать маршрутную сеть города Хабаровска, режимы работы общественного пассажирского транспорта и автотранспортных предприятий. Даже если Вы предпочитаете использовать личный транспорт или ходите пешком, просим Вас принять участие в анкетировании.

Заранее выражаем Вам глубокую благодарность!

Пожалуйста, укажите примерное количество поездок, которые Вы совершаете в течение недели в зимнее и в летнее время, а также в рабочие и выходные дни.

Отдельно просим Вас уточнить, с какой и на какую остановку Вам чаще всего необходимо добираться, в какое время Вы совершаете эти поездки и как долго занимает пеший путь до места назначения. Предлагаем Вам указать до шести маршрутов Вашего перемещения для летнего и зимнего времени, а также для рабочих и выходных дней.

Вы имеете возможность оставить свои замечания и пожелания по работе общественного пассажирского транспорта города, все будет внимательно рассмотрено и учтено.

[Перейти к анкете >>>](#)



Администрация города Хабаровска



© ТОГУ, 2016.

Рис. 3.17. Обращение к жителям Хабаровска


**ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНОГО
ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ
ГОРОДА ХАБАРОВСКА**

Анкета пассажира

1. Укажите род ваших занятий:
 Работающий Студент Пенсионер Школьник Безработный

2. Возраст (лет):

3. Место проживания:

4. Предпочитаемый вид транспорта:
 Автобус Троллейбус Трамвай Электричка
 Такси Маршрутное такси Личный автомобиль Хожу пешком

5.1. Предлагаем Вам указать маршруты Вашего перемещения с мая по сентябрь:

Будней или выходные дни поездки	Откуда	Время выезда на маршрут отправления	Пунктом до остановки минут	Начальная остановка	Пересадочные остановки (если есть)	Конечная остановка	Пунктом от остановки минут	Куда	Время прибытия в пункт назначения	Количество пассажиров в автобусе
✓	✓		✓				✓	✓		0
✓	✓		✓				✓	✓		0
✓	✓		✓				✓	✓		0
✓	✓		✓				✓	✓		0
✓	✓		✓				✓	✓		0
✓	✓		✓				✓	✓		0
✓	✓		✓				✓	✓		0
✓	✓		✓				✓	✓		0

5.2. Предлагаем Вам указать маршруты Вашего перемещения с октября по апрель:

Будней или выходные дни поездки	Откуда	Время выезда на маршрут отправления	Пунктом до остановки минут	Начальная остановка	Пересадочные остановки (если есть)	Конечная остановка	Пунктом от остановки минут	Куда	Время прибытия в пункт назначения	Количество пассажиров в автобусе
✓	✓		✓				✓	✓		0
✓	✓		✓				✓	✓		0
✓	✓		✓				✓	✓		0
✓	✓		✓				✓	✓		0
✓	✓		✓				✓	✓		0
✓	✓		✓				✓	✓		0
✓	✓		✓				✓	✓		0
✓	✓		✓				✓	✓		0

Замечания/предложения:

Я не робот!

[<<< Перейти на главную](#)

© ТОГУ, 2014

Рис. 3.18. Анкета пассажира

Выводы

1. Современный программный продукт PTV Visum позволяет при обработке данных получать аналитические и расчетные информационные результаты интерактивного типа, такие как:

- распределение населения по местам приложения труда;
- распределение населения по местам учебы;
- распределение фактических объемов перевозок пассажиров:
 - по типам транспорта;
 - по маршрутам ГПТ;
 - по формам собственности ТС;
- неравномерность перевозок пассажиров по дням и месяцам;
- часовая производительность маршрутов по времени выхода;
- доли пассажиров, перевозимых ГПТ и индивидуальным транспортом (по результатам контрольных замеров на постах);
- распределение пассажиропотока при существующей схеме движения ГПТ (в том числе по видам транспорта);
 - инфограмма шаговой доступности остановочных пунктов;
 - инфограмма частоты прибытия ТС на остановки;
 - дублирование сети трамвайных и автобусных маршрутов;
 - распределение спроса на перемещения с помощью ГПТ;
 - распределение транспортных потребностей и корреспонденции поездок населения на ГПТ:
 - между районами;
 - из каждого микрорайона.

2. Основой для любого моделирования служит весь объем данных, собранных в ходе анкетирования, работы учетчиков, анализа работы перевозчиков, транспортных предприятий и т. д. При этом чем больше получено достоверной информации, тем точнее результаты моделирования.

Глава 4. ОПТИМИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ Г. ХАБАРОВСКА ОБЩЕСТВЕННЫМ ТРАНСПОРТОМ

4.1. Принципы оптимизации маршрутной сети

Предложения по оптимизации маршрутной сети ГПТ формируются на основе целей и задач, определяющих направления перспективного развития пассажирского транспорта, функционирующего в условиях городской среды.

Основные цели оптимизации маршрутной сети наземного ГПТ:

- снижение затрат времени на передвижения ПС;
- уменьшение загрузки УДС в центральной части города;
- повышение безопасности участников движения;
- обеспечение удобства перехода к новой маршрутной сети.

Снижение затрат времени на передвижения ПС должно обеспечиваться путем увеличения скорости и уменьшения затрат времени на остановки за счет ослабления нагрузки общественного транспорта на УДС и сокращения уровня дублирования маршрутной сети.

Уменьшение загрузки УДС реализуется путем сокращения уровня дублирования маршрутной сети и увеличения средней вместимости ПС.

Повышение безопасности участников движения обеспечивается:

- снижением загрузки остановок транспортом;
- общим снижением задержек транспорта благодаря уменьшению загрузки УДС и, следовательно, более комфортным условиям движения.

Удобство перехода к новой маршрутной сети достигается созданием новых сообщений при реализации основных транспортных связей и сохранением конфигурации ряда маршрутов.

Все вышесказанное позволяет определить *основные задачи оптимизации маршрутной сети*:

- удовлетворение потребностей населения в пассажирских перевозках;
- снижение уровня дублирования маршрутной сети;
- обеспечение новых передвижений между:
 - основными зонами жилой застройки;
 - зонами активной промышленной застройки;
 - зонами концентрации учебных заведений;
 - культурно-бытовыми объектами общегородского значения;
- достижение соответствия требованиям и нормам БДД;
- сохранение (по возможности) конфигурации основных исторически сложившихся маршрутов;
- соответствие пассажиропотоку и обеспечение максимально равномерного его распределения по длине маршрутов и по часам суток.

Условия оптимизации маршрутной сети можно сформулировать следующим образом:

- учет развития дорожной инфраструктуры и новых жилых массивов;
- обеспечение снижения уровня дублирования маршрутной сети;
- учет существующей организации движения автомобильного транспорта;
- учет исключительно городской маршрутной сети.

Цели, задачи и условия оптимизации маршрутной сети определяют *основные принципы оптимизации*:

- сокращение интенсивности движения общественного транспорта в центральной части города;
- снижение уровня дублирования маршрутной сети;
- диверсификация маршрутной сети за счет переноса дублирующих маршрутов на параллельные улицы-дублеры;
- изменение существующей маршрутной сети, в том числе для ГЭТ;

- сохранение основных существующих транспортных связей. Формирование рациональной маршрутной сети наземного ГПТ осуществляется в два этапа:

- 1) формируются отдельные транспортные сети, представляющие собой совокупности участков УДС, по которым движется транспорт определенного вида;

- 2) формируются маршрутные сети с учетом взаимного влияния различных видов транспорта.

Оба этапа тесно связаны между собой, поскольку при формировании транспортной сети необходимо учитывать функции маршрутов и виды перевозок на них, обслуживающие каждый из участков транспортной сети, а они в определенной степени зависят от начертания трасс движения транспорта. С другой стороны, при формировании маршрутной сети необходимо учитывать ограничения, накладываемые транспортной сетью.

Ввиду того что максимальные нагрузки на транспортную сеть создаются передвижениями с трудовыми и учебными целями, именно их прежде всего учитывают при построении транспортных и маршрутных сетей. На завершающем этапе формирования сети дополняются маршрутами, обслуживающими культурно-бытовые передвижения. Рассмотрение передвижений этого вида в последнюю очередь вызвано тем, что основная часть их, скорее всего, будет удовлетворяться маршрутами, сформированными для обслуживания трудовых и учебных передвижений.

При реализации обслуживания культурно-бытовых передвижений необходимо предусмотреть удобные связи с объектами транспортной инфраструктуры (вокзалами) и культурно-бытовыми объектами общегородского значения (крупными больницами, рекреационными зонами, кладбищами и пр.).

При формировании транспортных и маршрутных сетей учитывают:

- функциональное зонирование территории города, размещение мест проживания и приложения труда;
- расположение объектов тяготения пассажиропотоков;

- параметры УДС и организации дорожного движения;
- сложившуюся конфигурацию маршрутных сетей.

Общественный транспорт Хабаровска работает по принципу беспересадочных поездок. Сеть каждого вида наземного транспорта спроектирована таким образом, чтобы можно было без пересадок добраться до максимального количества мест. Это достигается путем создания большого количества накладывающихся друг на друга маршрутов, соединяющих последовательно множество точек по всему городу.

Такая схема привычна нынешним пользователям ГПТ, многим из которых не понравится, если в ней что-то изменится. Однако сохранение беспересадочного принципа требует больших жертв. Текущая ситуация ограничивает эффективность ГПТ, а также свободу пассажиров и их возможности добираться до различных пунктов назначения. Большинство горожан смогут быстрее добираться до большего количества мест, если будет применен иной подход к проектированию маршрутной сети.

Очень полезно визуализировать возможности общественного транспорта при помощи карт областей доступа (карт изохрон – линий одновременности). Например, карта на рис. 4.1 показывает, куда и за сколько времени вы сможете добраться на общественном транспорте и пешком, если находитесь там, где стоит отметка.

Синим цветом показана область, где вы можете оказаться в течение 15 мин. Здесь обычно находятся ежедневные цели: заведение, где вы обедаете, или магазин, в который регулярно заходите.

Зеленым обозначена область, которой вы можете достичь за 30 мин. Для большинства людей это наиболее комфортное время поездки на работу. Итальянский физик Ч. Маркетти в 1989 г. опубликовал известную работу, где установил, что в течение тысячелетий города строились таким образом, что большинство людей добирались до мест своей работы примерно за полчаса. Этот бюджет времени (30 мин в одну сторону или 1 ч на дорогу туда и обратно) получил название «постоянная Маркетти».

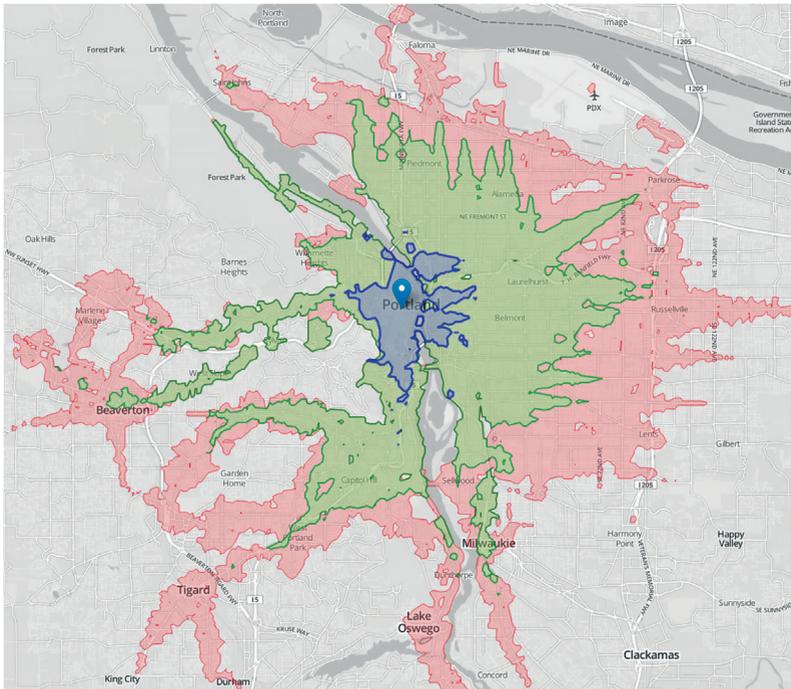


Рис. 4.1. Карта изохрон (областей доступа) из проекта, реализованного в Портленде (Орегон, США)

Розовым цветом отмечена область, куда вы можете добраться за 45 мин. Это комфортное расстояние, которое человек готов преодолевать в раз неделю, но не каждый день (например, поездка в клуб, кафе или торговый центр). Промежуток в 45 мин является пределом транспортной усталости. Одновременное нахождение в дороге больше этого времени имеет негативные последствия для психики.

Совокупность всех пунктов, куда вы можете доехать, определяет ваши возможности как горожанина – в том числе места работы, учебы и даже круг людей, которых вы встречаете. Все это практически полностью зависит от того, что вы можете добраться до нужно-

го места за разумное время. Поэтому сеть общественного транспорта, увеличивающая области доступа, не только привлекает новых пассажиров, но и расширяет жизненные возможности людей. В результате мы получаем не только больший пассажиропоток, но и более счастливых горожан.

Существующая система организации маршрутов в Хабаровске для этого не подходит. Она уменьшает как потенциальный пассажиропоток, так и возможности доступа населения к благам своего города, и все только потому, что пытается оградить их от необходимости пересечь из одного ТС в другое.

Спор о нужности или ненужности пересадок в настоящее время становится излишним, поскольку их эффективность доказана метросхемами движения на основе карт проезда в общественном транспорте различных городов мира. Организовав маршрутную сеть по этому принципу, можно значительно уменьшить время, затрачиваемое жителями на дорогу. В случае Хабаровска эффект будет очень выраженным, поскольку в существующей системе множество дублирующих маршрутов.

Когда мы говорим, что время поездок уменьшится, речь идет не том, что отдельные поездки станут быстрее, а о том, что все поездки станут быстрее в среднем (в том числе уменьшится их максимальное общее время за счет сокращения ожидания на остановках). Иными словами, зоны доступа всех жителей города расширятся. Люди смогут доезжать до большего количества мест за разумное время, т. е. будут больше успевать. Таким образом, вырастет не только пассажиропоток, но и психологическая удовлетворенность социума, а также экономическая активность.

Примеры различных подходов к организации маршрутов рельсового транспорта и параметры оценки уровня сложности транспортных систем приведены в табл. 4.1.

Ключевым показателем является соотношение «км маршрутов / км сети», показывающее, в какой степени маршруты дублируют друг друга на одном и том же сегменте сети. Число маршрутов в системе не является мерой количества или качества. Это мера

сложности. Большое число маршрутов означает, что эксплуатационный бюджет должен быть распределен на большее количество километров, что, в свою очередь, приведет к уменьшению частоты движения. Поэтому более низкие значения параметра «км маршрутов / км сети» коррелируют с более высокой частотой движения при одинаковых эксплуатационных затратах.

Таблица 4.1

**Характеристики рельсовых систем ГПТ
различных городов мира**

Город	Длина системы, км	Длина маршрутной сети, км	Количество маршрутов	Соотношение «км маршрутов / км сети»
Екатеринбург	76	435	30	5,72
Хабаровск*	220	972	69	4,45
Амстердам	95	138	15	1,45
Вена	177	220	29	1,24
Будапешт	158	225	33	1,42
Кельн	195	255	12	1,31
Лейпциг	146	213	13	1,46
Москва (метрополитен)**	334	334	12	1,00

* Данные указаны для всей системы наземного транспорта.

** Приводится исключительно как пример сети без дублирования (по каждому сегменту сети проходит одна линия).

4.2. Результаты оптимизации маршрутной сети

Проведенные исследования позволили сформировать комплекс параметров, необходимых для проектирования новой маршрут-

ной сети, основанной на функциональном зонировании территории, расселении, размещении фокусов тяготения, корреспонденциях, затратах времени пассажиров на поездки, перспективах развития УДС и пр.

Перед оптимизацией необходимо определить группу измеряемых параметров и их значения для существующей сети. Затем, последовательно изменяя и реконструируя маршруты ГПТ, по группе показателей можно выбрать наиболее эффективный вариант, удовлетворяющий не только перевозчиков, но и потребителей. Итоговая схема движения ГПТ должна стать золотой серединой между экономически эффективным и потребительским вариантами.

4.2.1. Вариант I (с учетом экономической эффективности)

Предлагаемая схема ГПТ с распределением пассажиропотока представлена на рис. 4.2.

Результаты оптимизации маршрутной сети:

- изменена схема движения 11 автобусных маршрутов;
- предложено 7 новых автобусных маршрутов;
- ликвидировано 39 автобусных маршрутов;
- число автобусных маршрутов сократилось на 32 %;
- осталось без изменений 10 автобусных, 5 трамвайных и 4 троллейбусных маршрута.

В качестве основных эксплуатационных показателей работы маршрутов принимались и рассчитывались рекомендуемый интервал движения и необходимое количество единиц ПС (табл. 4.2, 4.3):

- троллейбусных маршрутов (с учетом ликвидации дублирования коммерческими автобусами на базе существующей сети);
- трамвайных маршрутов (с учетом того же фактора);
- автобусных маршрутов.

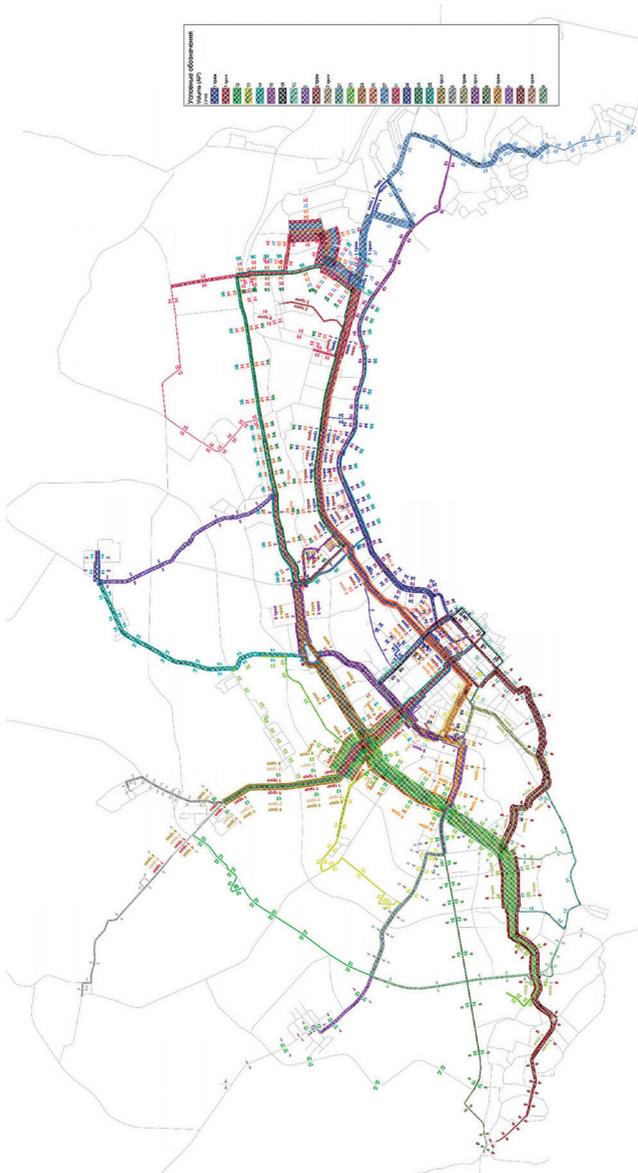


Рис. 4.2. Предлагаемая схема ГПТ Хабаровска (вариант I) с распределением пассажиропотока

4.2. Результаты оптимизации маршрутной сети

Таблица 4.2

Необходимое количество единиц ПС с учетом рекомендуемых интервалов движения

Маршрут	Длина маршрута, км	Количество ПС, ед.	
		Интервал 10 мин	Интервал 5 мин
1 (трамвай)	31,146	13	26
1 (троллейбус)	22,120	9	18
15	18,701	8	16
13	35,378	15	30
1л	9,472	4	8
1с	9,507	4	8
27	32,560	13	27
2 (трамвай)	28,842	12	24
2 (троллейбус)	18,729	8	16
12	61,098	26	52
8	33,709	14	28
2	25,992	11	22
4 (троллейбус)	27,606	11	23
3а	19,127	8	16
3б	20,010	8	17
5 (трамвай)	24,730	10	21
5 (троллейбус)	16,552	7	14
5	18,338	7	15
31	44,213	18	37
6 (трамвай)	16,174	6	13
7	32,313	13	27
25	26,383	11	22

Окончание табл. 4.2

Маршрут	Длина маршрута, км	Количество ПС, ед.	
		Интервал 10 мин	Интервал 5 мин
9	30,157	12	25
34	25,436	10	21
8 (трамвай)	17,014	7	14
6	20,161	8	17
18	14,462	12	6
14	28,315	12	24
24	37,642	16	32
23	29,319	12	25
ИТОГО	Трамваи	48	98
	Троллейбусы	35	71
	Автобусы	255	520
ВСЕГО		338	689

Таблица 4.3

Основные расчетные эксплуатационные показатели предлагаемой муниципальной сети ГПТ Хабаровска (вариант I)

Показатель	Значение
Среднее время, мин: с	
передвижения	33:11
движения в транспорте	22:33
пересадки	1:22
ожидания в пункте отправления	2:7

4.2. Результаты оптимизации маршрутной сети

Окончание табл. 4.3

Показатель	Значение
Среднее время, мин: с	
пересадки (пешком)	9:16
пешего подхода к остановке	6:00
пешего подхода к месту назначения	5:29
Средняя длина, км	
перевозки	6,586
по воздушной линии	7,072
Средняя скорость, км/ч	
поездки	10
транспорта	18
по воздушной линии	9
Пересадки, ед.	
средняя частота	0,6
общее количество	30 441
Поездки с пересадками и без них, ед.	
без пересадок	21 755
с одной пересадкой	19 948
с двумя пересадками	4727
с бóльшим числом пересадок	344
Количество поездок в час, ед.	46 774
Перевезенные пассажиры, чел.	77 215
Желающие ехать на общественном транспорте, чел.	47 997
Не воспользовавшиеся общественным транспортом (предпочли пойти пешком), чел.	1223
Коэффициент маршрутизации	2,076

Расчет количества ПС для каждого автобусного маршрута основывался на необходимости обеспечить освоение сложившегося пассажиропотока с учетом вместимости ТС.

На первом этапе определялся рациональный интервал движения для освоения максимального часового пассажиропотока при номинальной вместимости ТС:

$$d = \min \{ (D; 60) * q / Q \},$$

где Q – наибольшее по двум направлениям значение пассажиропотока в течение суток, пасс./ч; q – вместимость ПС на маршруте, пасс.

Затем на основе полученного интервала рассчитывалось количество ПС для обслуживания маршрута:

$$A = t / d,$$

где t – время оборотного рейса единицы ПС на маршруте с учетом времени отстоя, мин.

При вычислении времени оборотного рейса принималась средняя скорость сообщения для автобусов – 17 км/ч, для троллейбусов – 15 км/ч. Результаты расчетов представлены в табл. 4.2.

4.2.2. Вариант II **(с учетом анкетирования населения)**

В результате оптимизации маршрутной сети:

- ликвидировано 39 автобусных маршрутов;
- предложено 18 новых автобусных маршрутов;
- маршрутная сеть автобусов сократилась на 32 %;
- осталось без изменений 2 автобусных, 6 трамвайных и 4 троллейбусных маршрута.

Расчетное количество единиц ПС с учетом их класса и рекомендуемых интервалов движения указано в табл. 4.4, характеристики предлагаемой маршрутной сети всех видов наземного ГПТ приведены в табл. 4.5.

4.2. Результаты оптимизации маршрутной сети

Таблица 4.4

Необходимое количество единиц ПС с учетом рекомендуемых интервалов движения

Маршрут	Длина маршрута, км	Количество ПС, ед.	
		Интервал 10 мин	Интервал 5 мин
1	43,063	18	36
1 (трамвай)	31,146	13	26
1 (троллейбус)	22,120	9	18
10	34,317	14	29
11	38,559	16	33
12	37,695	16	32
13	54,995	23	47
14	51,411	22	44
15	20,552	8	17
16	22,532	9	19
17	25,317	10	21
18	30,662	13	26
1л	9,472	4	8
1с	9,507	4	8
2	25,066	10	21
2 (трамвай)	28,842	12	24
2 (троллейбус)	18,729	8	16
3	74,507	31	63
4	27,567	11	23
4 (троллейбус)	27,606	11	23
5	41,846	17	35
5 (трамвай)	24,730	10	21

Окончание табл. 4.4

Маршрут	Длина маршрута, км	Количество ПС, ед.	
		Интервал 10 мин	Интервал 5 мин
5 (троллейбус)	16,552	7	14
6	27,260	11	23
6 (трамвай)	16,174	6	13
7	39,579	16	33
8	26,706	11	22
8 (трамвай)	17,014	7	14
9	37,739	16	32
9 (трамвай)	37,649	16	32
ИТОГО	Трамваи	58	117
	Троллейбусы	35	71
	Автобусы	280	572
ВСЕГО		373	760

Таблица 4.5

Основные расчетные эксплуатационные показатели предлагаемой муниципальной сети ГПТ Хабаровска (вариант II)

Показатель	Значение
Среднее время, мин: с	
передвижения	32:25
движения в транспорте	22:27
пересадки	1:9
ожидания в пункте отправления	2:5

4.2. Результаты оптимизации маршрутной сети

Окончание табл. 4.5

Показатель	Значение
Среднее время, мин: с	
пересадки (пешком)	8:48
пешего подхода к остановке	5:58
пешего подхода к месту назначения	5:20
Средняя длина, км	
перевозки	6,513
по воздушной линии	7,076
Средняя скорость, км/ч	
поездки	10
транспорта	17
по воздушной линии	9
Пересадки, ед.	
средняя частота	0,6
общее количество	27 494
Поездки с пересадками и без них, ед.	
без пересадок	23 935
с одной пересадкой	18 384
с двумя пересадками	4402
с бóльшим числом пересадок	102
Количество поездок в час, ед.	46 823
Перевезенные пассажиры, чел.	74 317
Желающие ехать на общественном транспорте, чел.	48 013
Не воспользовавшиеся общественным транспортом (предпочли пойти пешком), чел.	1190
Коэффициент маршрутизации	2,252

4.2.3. Итоговый вариант

В результате оптимизации маршрутной сети:

- предложено 12 новых автобусных маршрутов;
- маршрутная сеть автобусов сократилась на 32 %;
- осталось без изменения 9 автобусных, 6 трамвайных и 4 троллейбусных маршрута.

Расчетное количество единиц ПС с учетом их класса и рекомендуемых интервалов движения приведено в табл. 4.6, показатели эффективности предлагаемой сети ГПТ – в табл. 4.7.

Таблица 4.6

Необходимое количество единиц ПС с учетом рекомендуемых интервалов движения

Маршрут	Длина маршрута, км	Количество ПС, ед.	
		Интервал 5 мин	Интервал 10 мин
1 (трамвай)	31,146	27	13
1 (троллейбус)	22,12	19	9
12	61,098	52	26
13	17,434	15	7
14	28,315	24	12
15	18,644	16	8
18	34,652	30	15
1л	9,472	8	4
1с	9,507	8	4
2	25,992	22	11
2 (трамвай)	28,842	25	12
2 (троллейбус)	18,729	16	8
21	21,129	18	9

4.2. Результаты оптимизации маршрутной сети

Окончание табл. 4.6

Маршрут	Длина маршрута, км	Количество ПС, ед.	
		Интервал 5 мин	Интервал 10 мин
23	28,034	24	12
24	37,642	32	16
25	26,383	23	11
27	32,56	28	14
31	20,834	18	9
34	25,436	22	11
3а	19,127	16	8
3б	19,955	17	9
4 (троллейбус)	27,606	24	12
5	18,338	16	8
5 (трамвай)	24,821	21	11
5 (троллейбус)	16,552	14	7
6	27,275	23	12
6 (трамвай)	16,174	14	7
7	32,531	28	14
8	33,709	29	14
9	30,12	26	13
9 (трамвай)	37,649	32	16
ИТОГО	Трамваи	119	59
	Троллейбусы	73	36
	Автобусы	495	247
ВСЕГО		687	342

Таблица 4.7

Основные расчетные эксплуатационные показатели предлагаемой муниципальной сети ГПТ Хабаровска

Показатель	Значение
Среднее время, мин: с	
передвижения	28:57
движения в транспорте	19:11
пересадки	1:7
ожидания в пункте отправления	1:57
пересадки (пешком)	8:39
пешего подхода к остановке	5:56
пешего подхода к месту назначения	5:22
Средняя длина, км	
перевозки	6,698
по воздушной линии	7,075
Средняя скорость, км/ч	
поездки	11
транспорта	21
по воздушной линии	10
Пересадки, ед.	
средняя частота	0,6
общее количество	28 218
Поездки с пересадками и без них, ед.	
без пересадок	23 410

4.2. Результаты оптимизации маршрутной сети

Окончание табл. 4.7

Показатель	Значение
Поездки с пересадками и без них, ед.	
с одной пересадкой	18 995
с двумя пересадками	4324
с бóльшим числом пересадок	191
Количество поездок в час, ед.	46 626
Перевезенные пассажиры, чел.	75 138
Желающие ехать на общественном транспорте, чел.	48 018
Не воспользовавшиеся общественным транспортом (предпочли пойти пешком), чел.	1200
Коэффициент маршрутизации	3,648

После построения сети и выбора наиболее эффективного варианта требуется корректировка маршрутов в зависимости от различных факторов: повышенной аварийности определенных участков, фактически используемой ширины проезжей части, наличия маршрутов пригородного сообщения и т. д.

Были скорректированы маршруты № 13, 9, 31 (рис. 4.3–4.5). От маршрута № 15 пришлось отказаться из-за невозможности использовать Правобережную ул. для движения ГПТ. Этот номер был присвоен новому маршруту по направлению «Железнодорожный вокзал» – «Завод Строймесь» (рис. 4.6). Маршрут № 5 также ликвидировали, поскольку он дублировал пригородное сообщение.

В результате внесения корректив поменялось распределение пассажиров по остальным маршрутам и длины маршрутов (табл. 4.8, 4.9).

Таблица 4.8

**Количество входящих пассажиров на маршрутах ГПТ
до и после корректировки**

Маршрут	Тип ТС	Число входящих пассажиров, чел./сут	
		до корректировки	после корректировки
2	Автобус	15 259	15 477
5	Автобус	11 686	–
6	Маршрутное такси	13 412	13 782
7	Автобус	9324	10 252
8	Автобус	26 838	27 856
9	Маршрутное такси	15 698	16 548
12	Маршрутное такси	18 480	16 413
13	Автобус	18 348	16 562
14	Автобус	14 549	13 733
15	Маршрутное такси	6578	18 641
18	Автобус	19 697	19 461
21	Автобус	23 053	24 386
23	Автобус	46 675	50 908
24	Автобус	39 058	37 270
25	Автобус	25 033	24 511
26	Автобус	–	14 737
27	Автобус	33 508	33 634
31	Автобус	50 261	52 999
34	Маршрутное такси	17 041	14 913
1	Трамвай	12 259	11 860
1л	Автобус	13 333	13 489

4.2. Результаты оптимизации маршрутной сети

Окончание табл. 4.8

Маршрут	Тип ТС	Число входящих пассажиров, чел./сут	
		до корректировки	после корректировки
1с	Автобус	11 280	11 272
1	Троллейбус	26 049	21 892
2	Трамвай	10 820	10 497
2	Троллейбус	10 513	6001
3а	Автобус	9859	9556
3б	Автобус	7742	9029
4	Троллейбус	17 703	15 195
5	Трамвай	14 609	14 496
5	Троллейбус	22 796	13 215
6	Трамвай	10 346	10 331
9	Трамвай	21 256	20 880

Таблица 4.9

Протяженность маршрутов до и после корректировки

Маршрут	До корректировки, км	После корректировки, км
1 (трамвай)	31,146	31,146
1 (троллейбус)	22,120	22,120
12	61,098	61,098
13	17,434	17,434
14	28,315	28,315
15	18,644	26,038
18	34,652	34,652

Окончание табл. 4.9

Маршрут	До коррек- тировки, км	После коррек- тировки, км
1л	9,472	9,472
1с	9,507	9,507
2	25,992	25,802
5	18,338	–
2 (трамвай)	28,842	28,842
2 (троллейбус)	18,729	18,729
21	21,129	21,129
23	28,034	29,381
24	37,642	37,642
25	26,383	26,383
26	–	18,516
27	32,560	32,560
31	20,834	20,834
34	25,436	25,436
3а	19,127	19,127
3б	19,955	19,649
4 (троллейбус)	27,606	27,606
5 (трамвай)	24,821	24,821
5 (троллейбус)	16,552	16,552
6	27,275	27,275
6 (трамвай)	16,174	16,174
7	32,531	32,531
8	33,773	33,773
9	30,120	14,679
9 (трамвай)	37,649	37,649

4.2. Результаты оптимизации маршрутной сети

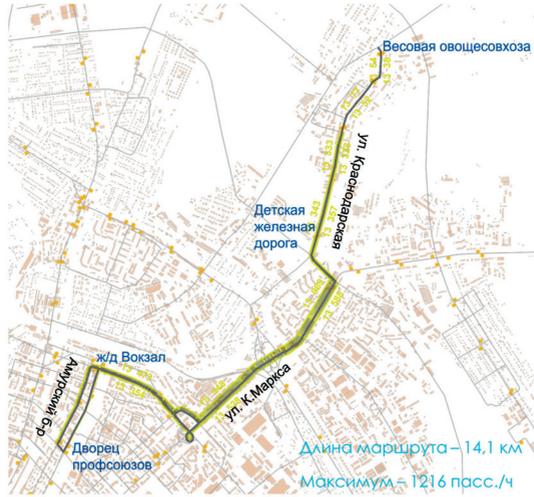


Рис. 4.3. Распределение пассажиропотока по скорректированному маршруту автобуса № 13

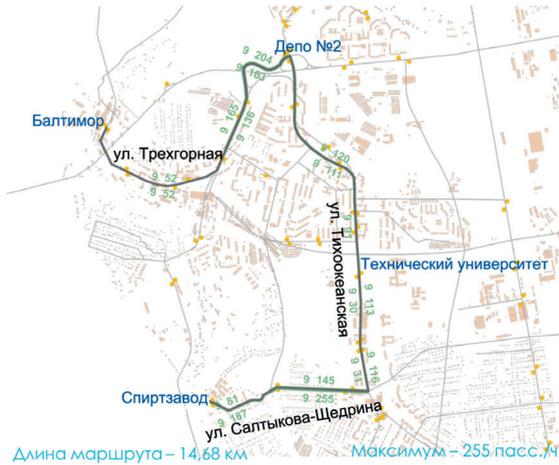


Рис. 4.4. Распределение пассажиропотока по скорректированному маршруту автобуса № 9

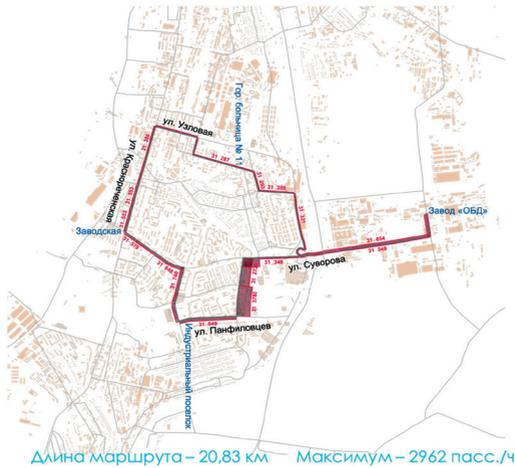


Рис. 4.5. Распределение пассажиропотока по скорректированному маршруту автобуса № 31

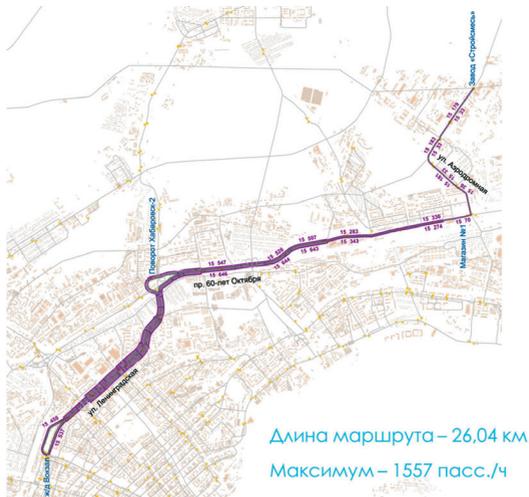


Рис. 4.6. Распределение пассажиропотока по новому маршруту автобуса № 15

4.3. Система учета электронной оплаты пассажирских перевозок, работы транспортных средств и персонала

Автоматизированная система оплаты проезда в ГПТ (АСОП ГПТ) представляет собой системную интеграцию средств безналичного расчета в структуру городского транспорта (рис. 4.7).

Она создана на базе внедрения передовых информационных технологий и системной методологии и должна обеспечить:

- полноту сбора платы за проезд;
- упрощение для пассажиров и персонала контроля прав предъявителей льготных проездных билетов на льготы;
- исключение неправомерного использования льготных проездных билетов;
- ввод в обращение новых, более удобных проездных билетов на основе бесконтактных смарт-карт;
- автоматизированный сбор и учет объективных данных обо всех операциях продажи и контроля проездных билетов.

Необходимое оборудование пользователей

Все указанное оборудование компактно и обеспечивает оптимальный срок окупаемости проекта



Рис. 4.7. Оборудование для АСОП ГПТ

Внедрение системы транспортных карт позволит перевозчикам и владельцам автотранспортных предприятий (участникам системы) использовать ее как инструмент сбора информации об оплате и передачи ее в муниципалитет. Перевозчики получают денежные средства в соответствии с объемом выполненных по транспортной карте перевозок.

Пассажиры – держатели транспортной карты приобретают поездки, покупая карту или пополняя ее с помощью платежных терминалов.

При этом возможна интеграция оплаты любых видов транспорта:

- городского общественного автотранспорта, ГЭТ (трамваев, троллейбусов, городской электрички);
- пригородного общественного транспорта (рейсовых автобусов);
- речного пригородного транспорта.

Предусматривается три вида электронных проездных билетов:

- 1) социальный (льготный);
- 2) коммерческий (доступный на транспортной карте, которую можно приобрести в разветвленной торговой сети);
- 3) универсальный.

Предлагаемая система является гарантией своевременного и полного контроля пассажирских перевозок государственными органами и органами местного самоуправления, поскольку обеспечивает:

- контроль за провозом льготных категорий пассажиров;
- контроль за работой кондукторов;
- анализ и планирование расходов на содержание автопарка;
- планирование стоимости проезда;
- сбор статистики пассажирских перевозок.

Плюсы использования системы очевидны для всех ее участников, а также органов власти различных уровней.

Для администрации города Хабаровска как заказчика перевозок:

- адресное распределение бюджетных средств между перевозчиками;
- повышение качества обслуживания пассажиров (удобство и простота);
- снятие социального напряжения благодаря заинтересованности коммерческих перевозчиков в обслуживании льготников;

4.3. Система учета электронной оплаты пассажирских перевозок...

- исключение злоупотреблений кондукторов при оплате проезда наличными средствами;
- возможность установления различных фактов по запросам правоохранительных органов;
- реализация анализа пассажиропотока и иных показателей;
- высокий уровень защиты проездных билетов от подделок.

Для транспортных предприятий:

- прозрачность расчетов;
- получение компенсации за провоз льготных категорий пассажиров по фактически выполненным объемам;
- возможность авансирования за счет средств, полученных от пополнения транспортных карт;
- быстрота взимания платы за проезд;
- устранение фактов мошенничества кондукторов.

Для пассажиров:

- удобство расчетов, экономия средств (при наличии дисконтных программ);
- возможность использования бонусных карт торговых сетей для оплаты проезда.

Внедрение системы осуществляется при участии перевозчиков (рис. 4.8).

Этапы внедрения системы

внедрение осуществляется с участием местных предприятий



Рис. 4.8. Этапы внедрения системы

Система предполагает возможность обслуживания льготных категорий граждан и простоту взаимодействия всех участников (рис. 4.9, 4.10).



Рис. 4.9. Схема взаимодействия при перевозке льготных категорий граждан



Рис. 4.10. Схема взаимодействия при перевозке пассажиров по коммерческой транспортной карте

4.3. Система учета электронной оплаты пассажирских перевозок...

Расходы на внедрение системы зависят от состава технического задания и требуемого оборудования и включают следующие статьи:

- покупка программного обеспечения системы управления базами данных (ПО СУБД);
- установка системного и прикладного ПО на серверное оборудование;
- адаптация системы к требованиям заказчика (разработка форм отчетности и т. п.);
- разработка прикладного ПО для терминалов;
- разработка ПО для пунктов пополнения и тестирования карт;
- организация канала связи с головным процессинговым центром (для сопровождения работы и обновлений системы).

Ежемесячные платежи при обслуживании сторонним оператором (в ценах 2016 г.):

- абонентская плата за 700 тыс. транзакций проезда – 250 000 руб. (с НДС);
- за каждую транзакцию свыше данного объема – комиссия в размере 0,35 руб. (с НДС).

Примерная стоимость оборудования и системного ПО (также в ценах 2016 г.):

- терминал кондуктора – 65 000 руб./шт.;
- лицензия на один терминал (прошивка ПО) – 4000 руб./шт.;
- ПО СУБД (лицензия на один процессор согласно тарифам на СУБД Oracle) – от \$21 350 для двухпроцессорного сервера до \$57 950 для многопроцессорного;
- канал связи – от 18 000 руб./мес;
- серверы – от 300 000 руб./ед.

Для размещения серверов необходимо специально оборудованное и охраняемое помещение с гарантированным электропитанием и кондиционированием. Кроме того, требуется реализация комплекса мероприятий по охране персональных данных в соответствии с действующим законодательством.

Обновление ПО автоматизированных рабочих мест участников системы происходит автоматически. Канал связи с процессин-

говым центром (для обновлений) организуют сами транспортные предприятия.

Срок внедрения системы – 3 мес.

4.4. Стратегия развития маршрутной сети г. Хабаровска на период до 2025 г.

Основами для планирования развития маршрутной сети Хабаровска на перспективу являются:

- проектная планировочная структура города (с учетом роста численности жителей до 650 тыс. чел.);
- динамика структуры занятости населения в экономике;
- создание новых рабочих мест;
- обеспечение населения жильем и основными видами услуг.

Важную роль в развитии Хабаровска как центра международного значения играет геополитический фактор, определяющий условия и возможности дальнейшего роста города и, соответственно, развитие ГПТ на уровне международных технологий и показателей.

В основе композиционной модели планировочного каркаса лежит линейная радиально-лучевая система транспортных магистралей, объединяющая в единое целое центр города, жилые районы, промышленные и транспортные узлы. Магистральные трассы меридионального и широтного направлений связывают городские районы между собой и с выходами на внешние направления и мост через Амур.

Предлагается развитие существующей планировочной структуры вдоль основных меридиональных осей, Амура и магистральных улиц Краснореченской, Волочаевской, Слободской, Пушкина, Серышева, Шелеста, Тихоокеанской, Морозова П. Л. В новых районах восточной части города меридиональная трасса проходит параллельно скоростной магистральной дороге пр. 60-летия Октября, объединяя проектируемые крупные жилые массивы.

Кроме того, предусматривается развитие города по пяти широтным планировочным осям, имеющим выходы на внешние направления: северо-восточное (на п. Березовку и п. Мирный), восточное (в сторо-

ну аэропорта и п. Горького) и юго-восточное (на п. Гаровку), что обуславливает преобразование линейной структуры в линейно-лучевую.

К широтным направлениям относятся:

- магистральное направление, проходящее по ул. Карла Маркса и Матвеевскому ш., связывающее аэропорт, ж.-д. вокзал, центр города и речной вокзал;
- автодорога на Владивосток и основную городскую обходную магистраль;
- ул. Юности – створ ул. Воровского с выходом на обходную магистраль;
- Трехгорная ул. от моста (въезд в город со стороны Амура) с выходом на объездную магистраль;
- магистраль «Индустриальная ул. – Краснореченская ул.»;
- ул. Панфиловцев;
- ул. Флегонтова с выходом на Краснореченскую ул.;
- ул. Суворова – ул. Рокоссовского и выход на основную обходную магистраль.

Эти транспортные артерии диктуют создание основных планировочных композиционных узлов.

Главной планировочной осью 1-го ранга и основной ландшафтно-планировочной осью является река Амур. Осями 2-го ранга служат основные меридиональные магистрали, параллельные Амуру, а также ряд перпендикулярных им широтных магистралей, выходящих на набережную Амура и внешние направления. К осям 3-го ранга можно отнести меридиональные и широтные магистрали, связывающие восточные районы новой застройки с центром города и с западными районами существующих жилых массивов.

В проекте предлагается открытая планировочно-пространственная структура, которая расширяет возможности регулирования процесса развития города в зависимости от меняющейся экономической ситуации.

Развитие селитебных территорий намечается вдоль основных планировочных осей. Внутри планировочного каркаса в новых районах предлагается более мелкая сетка улиц, создающая сомасштабную человеку среду, что является важным элементом комфортности.

Развитие территорий часто зависит не только от изменения внешних условий, но и от смены структур и приоритетов различных агентов, работающих на градостроительном поле. В связи с этим пространственная структура имеет вид неравномерных «язычков», отходящих в разные стороны от ядра.

Переплетение урбанизированной и природной среды позволит сформировать своеобразный облик города. В зонах пересечения природно-ландшафтного и урбанизированного каркасов предусматривается создание новых общественных рекреационных центров, досуговых комплексов, ландшафтных и садово-парковых ансамблей и композиций, основанных на принципах контраста, взаимодействия и взаимопроникновения природных ландшафтов.

Городской центр предполагается развивать путем насыщения различными разнообразными функциями. Его влияние будет распространяться по основным осям 1-го и 2-го рангов: вдоль берега Амура, по улицам Краснореченской, Ленина, Карла Маркса, Шеронова. Намечено композиционное развитие транспортного узла по обе стороны железной дороги в районе вокзала. Предлагается также строительство нового автобусного вокзала с организацией площадей и пешеходной связи с ж.-д. вокзалом. В северной части города, на Тихоокеанской ул., намечается развитие университетского центра.

Развитие элементов городского центра предусматривается и в северной части города – это связано со строительством таких комплексов, как консульская деревня и олимпийский центр. Вдоль обходной магистрали «Чита – Хабаровск – Владивосток» намечено размещение сети гипермаркетов различного профиля. Кроме того, предполагается развитие подцентров во всех жилых районах.

Схема развития сети ГПТ в соответствии с проектными предложениями позволяет покрыть всю территорию города зонами пешеходной доступности. При этом общая протяженность проектной сети ГПТ по осям улиц достигнет 363 км, а ее плотность в пределах застроенных территорий составит 2,2 км/км².

Настоящий проект предусматривает ряд мероприятий.

1. *Троллейбус.* Сеть троллейбусного транспорта дополняет трамвайную сеть. Существующие линии сохраняются, действующий ПС

заменяется электробусами. Развитие движения намечается по следующим улицам:

- Индустриальный район: улицы Пионерская, Радищева, Шевчук, Морозова П. Л., Индустриальная, Суворова, Малиновского, Панфиловцев, Ворошилова; новая трасса, проложенная от пересечения ул. Морозова П. Л. и Автобусной ул. до Луганской ул.; новая трасса, соединяющая Ленинградскую ул. и ул. Юности параллельно пр. 60-летия Октября;

- Краснофлотский и Кировский районы: улицы Санаторная, Уборевича, Серышева, Правобережная, Тихоокеанская, Бойко-Павлова; проектируемая улица, соединяющая Правобережную ул. и ул. Бойко-Павлова; проектируемая улица, соединяющая Трехгорную ул. и Воронежскую ул.;

- Железнодорожный район: Ленинградская ул.; проектируемая улица от Воронежской ул. до ул. Карла Маркса; Выборгская ул. и проектное продолжение; магистраль общегородского значения, проектируемая параллельно пр. 60-летия Октября, и два выхода с нее (Восточное ш. и новая магистраль, прокладываемая параллельно Аэродромной ул.);

- Центральный район: ул. Ленина.

Суммарная протяженность проектной электробусной сети составляет 178,2 км. На ней будет размещено 150 остановочных узлов (106 – новое строительство).

Вводятся новые конечные пункты электробусного транспорта: «Санаторная ул.», «Аэродром „ДОСААФ“», «Авгостанция „Южная“», «Луганская ул.».

Проектируется электробусный парк на Целинной ул.

2. *Трамвай.* Рассматривается как основной вид транспорта для поездок в центральную часть города. Для повышения его конкурентоспособности необходимо проведение комплекса мероприятий по увеличению эксплуатационной скорости ПС до 22–25 км/ч (на периферийных участках – до 30 км/ч). Предлагается расширение сети для обслуживания новой застройки: на северо-востоке – в микрорайон Ореховая Сопка (по Совхозной ул.), на юге – в микрорайоны Красная Речка (по Луганской ул.) и Южный (по ул. Малиновского до ул. Гастелло).

Суммарная протяженность проектной трамвайной сети составляет 98,2 км. На ней разместится 98 остановочных узлов (19 – новое строительство).

Вводятся новые конечные пункты трамвайного транспорта: «Ореховая Сопка», «Автостанция „Южная“», «Луганская ул.».

3. *Автобус.* Движение сохраняется на всей существующей сети. Дополнительно прокладываются линии, обслуживающие застраиваемые районы: территорию «Антенное поле» у Хабаровского совхоза, территорию у проектируемого автовокзала, территорию завода «Дальэнергомаш», территорию «Военный аэродром», Волочаевский городок, район ул. Флегонтова, территорию аэродрома «ДОСААФ», микрорайоны Строитель, Ореховая Сопка, Южный и Красная Речка.

Общая протяженность автобусной сети к 2025 г. должна составить 350 км. В дополнение к существующим 267 остановочным узлам предлагается открыть еще 203 пункта, в том числе 4 конечных.

Схема развития сети ГПТ Хабаровска на расчетный срок представлена на рис. 4.11.

Выводы

1. Оптимизация комплексной системы обслуживания населения Хабаровска общественным транспортом требует внедрения модифицированной технологии, основанной на использовании электронных транспортных карт на всех регулярных маршрутах города.

2. Стратегическое и территориальное планирование развития ГПТ Хабаровска на период до 2025 г. предусматривает позиционирование трех наземных видов ГПТ (автобусов, трамваев, троллейбусов) на сложившейся УДС с последующей модернизацией элементов транспортной инфраструктуры. При этом автобусный транспорт занимает доминирующее положение в общем объеме пассажирских перевозок, трамваи обслуживают сложившиеся устойчивые пассажиропотоки в магистральных направлениях, соединяющих окраины с центром города, а троллейбусы обеспечивают связь центральной улицы с «красной линией» города и пассажирскими пересадочными узлами в районах аэропортов, ж.-д. вокзала и центральных площадей.

Глава 5. КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

5.1. Нормативно-правовая база развития

Наземный транспорт общего пользования (НТОП) является одним из основных элементов социальной инфраструктуры города, обеспечивающим потребность жителей в перевозках. Пассажирские перевозки в Санкт-Петербурге осуществляются следующими видами НТОП: социальными автобусами (маршруты с посадкой и высадкой только в установленных остановочных пунктах), коммерческими автобусами (маршруты с посадкой и высадкой в местах, не запрещенных ПДД) и ГЭТ (трамваями, троллейбусами).

По состоянию на 1 октября 2019 г. НТОП в Санкт-Петербурге представлен 743 действующими городскими и пригородными маршрутами, в том числе 474 социальными и 269 коммерческими.

Планы развития инфраструктуры городского НТОП определяются рядом нормативных документов.

1. *Генеральный план Санкт-Петербурга*, утвержденный Законом Санкт-Петербурга от 21.12.2005 № 728-99, содержит следующие задачи развития транспортной инфраструктуры в части НТОП:

- обеспечение приоритета развития и работы массового общественного транспорта перед индивидуальным транспортом;
- создание развитой сети НВПТ;
- уменьшение средних затрат времени на поездку к месту работы до 40–45 мин (максимум до 60 мин) в одну сторону;
- снижение наполнения ПС массового ГПТ в час пик до 4–5 чел. на 1 м² пола салона;
- сокращение интервалов движения на всех видах наземного ГПТ;
- реконструкция и развитие технической базы ГПТ (депо, парков).

Для решения указанных задач планируются мероприятия по развитию и размещению объектов транспортной инфраструктуры:

- развитие маршрутной сети общественного транспорта;
- создание стоянок для легкового автотранспорта у станций метрополитена и на границах с центральными районами Санкт-Петербурга;
- организация движения автотранспорта на УДС города с обеспечением приоритета ГПТ;
- строительство скоростных дорог и магистралей непрерывного движения с организацией маршрутов ГПТ;
- увеличение парка ПС ГПТ;
- строительство трамвайного парка № 11 (2017–2020 гг.);
- строительство автобусных вокзалов и станций;
- преобразование пункта техобслуживания ПС «Улица Шаврова» в трамвайный парк «Комендантский».

В рамках выполнения данных мероприятий Генеральным планом предусматривается:

- строительство линии надземного экспресса в виде полукольца вблизи границ плотной застройки Санкт-Петербурга;
- строительство (реконструкция) под ускоренный режим движения трамвайных линий:
 - вдоль Выборгского ш.;
 - по Тихорецкому пр. и пр. Культуры;
 - по Пискаревскому пр.;
 - по Большеохтинскому пр. и Новочеркасскому пр.;
 - по Дальневосточному пр. до станции метро «Ломоносовская»;
 - по Петергофскому ш. и пр. Стачек;
 - к аэропорту Пулково;
 - от станции метро «Купчино» по Витебскому пр. в п. Шушары;
 - от Дунайского пр. к станции метро «Шушары» и далее через г. Колпино в г. Отрадное;
 - от станции метро «Рыбацкое» в г. Колпино;

- строительство автобусных парков:
 - в промзоне «Конная Лахта»;
- строительство трамвайных парков:
 - севернее ж.-д. станции «Ольгино» (Юнтоловский трамвайный парк);
 - в районе Ржевки (трамвайный парк № 11);
 - в г. Красное Село (Юго-западный трамвайный парк);
 - в районе станции метро «Шушары» (трамвайный парк № 12);
- строительство трамвайно-троллейбусных парков:
 - на Среднем пр. В. О. (на месте трамвайного парка № 2);
- строительство автовокзалов:
 - у станции метро «Старая Деревня»;
 - у станции метро «Парнас»;
 - у станции метро «Купчино»;
 - у станции метро «Ладожская»;
 - у ж.-д. станции «Александровская».

2. *Транспортная стратегия Санкт-Петербурга до 2025 года*, утвержденная Постановлением Правительства Санкт-Петербурга от 13.07.2011 № 945, имеет следующие основные цели:

- формирование сбалансированной транспортной системы, обеспечивающей высокое качество городской среды и жизни населения;
- повышение привлекательности транспортной системы;
- усиление инновационной, социальной и экологической направленности ее развития.

Впервые в РФ документально закреплён приоритет немоторизованного движения (пешеходов и велосипедистов) и транспорта общего пользования в развитии транспортной системы. При этом повышение эффективности функционирования транспортной системы увязано с градостроительной политикой, которая должна обеспечить переход к полицентричной системе расселения с учетом потребностей развития транспорта.

Развитие ГПТ будет осуществляться по двум основным направлениям:

- *повышение качества перевозок ГПТ* (снижение различия между использованием общественного и личного транспорта, обеспечивающее рост привлекательности ГПТ и увеличение объема транспортных услуг):

- развитие маршрутной сети и инфраструктуры ГПТ, включая приоритетное развитие метрополитена, а также выделенных (в том числе физически обособленных) полос движения маршрутных ТС;

- внедрение современного ПС для увеличения комфортности перевозок;

- создание транспортно-пересадочных узлов, способствующих улучшению условий и сокращению времени пересадок;

- интеграция в систему общественного транспорта железной дороги в черте города и ближайших пригородах;

- повышение доступности ГПТ для маломобильных лиц (закупка специализированного ПС, оборудование инфраструктуры ГПТ);

- *повышение операционной и финансовой эффективности ГПТ:*

- продолжение перехода на безналичную систему оплаты (включая универсальные электронные карты) для достижения современного уровня удобства оплаты проезда;

- завершение создания централизованной автоматизированной системы управления ГПТ, обеспечивающей высокий уровень информационного сервиса и оперативного управления работой ПС;

- повышение эффективности деятельности предприятий ГПТ в целях оптимизации затрат бюджета Санкт-Петербурга на транспортные услуги и обеспечение мобильности населения;

- привлечение частных инвестиций в развитие ГПТ для ускорения его модернизации и снижения нагрузки на городской бюджет;

- принятие организационных и нормативных мер по развитию легкового таксомоторного транспорта;
- продолжение поэтапного реформирования системы ГПТ, в том числе расширение конкурсных процедур при выборе перевозчиков, введение регулируемого тарифа на всех маршрутах, переход на заключение контрактов с перевозчиками на основе полных затрат.

Кроме того, в Стратегии определены целевые показатели развития НТОП и предусмотрен ряд мероприятий для реализации данной задачи (табл. 5.1, 5.2).

Таблица 5.1

План мероприятий по развитию НТОП

Пункт плана	Мероприятие	Сроки	Ответственные исполнители*	Ход реализации**
2.2.1	Подготовка предложений по введению стандартов транспортного обслуживания населения	2011–2012	КТ	Стандарты не утверждены
2.2.2	Совершенствование структуры государственных унитарных предприятий ГПТ	2011–2015	КТ	Структура не изменялась
2.2.3	Разработка предложений по организации транспортно-пересадочных узлов	2012	КТ, КТТП, КРТИ, КГА	Предложения разработаны, но реализация не началась
2.2.4	Разработка предложений о заключении контрактов с перевозчиками на основе полной стоимости услуг	2012	КТ	Предложения не разработаны
2.2.5	Разработка предложений по включению пригородных	2012	КТ	Предложения не разработаны

5.1. Нормативно-правовая база развития

Продолжение табл. 5.1

Пункт плана	Мероприятие	Сроки	Ответственные исполнители*	Ход реализации**
2.2.5	ж.-д. перевозок в систему ГПТ	2012	КТ	Предложения не разработаны
2.2.6	Разработка предложений по совершенствованию системы оплаты на ГПТ	2012	КТ	Внедрен тариф «90 минут»
2.2.7	Разработка проекта правового акта Правительства Санкт-Петербурга, направленного на развитие перевозок легковым таксомоторным транспортом	2011	КТ	Выполнено
2.2.8	Разработка предложений по развитию автоматизированной системы управления ГПТ	2012	КТ, КИС	Выполнено
2.2.9	Разработка предложений по развитию информационных сервисов для пассажиров о работе ГПТ	2012–2013	КТ	Выполнено
2.2.10	Подготовка предложений по развитию метрополитена и наземных скоростных видов ГПТ, включая их инфраструктуру	2011–2015	КТ, КРТИ, КГА	Разработана «Отраслевая схема развития инфраструктуры ГПТ», но ее реализация не началась
2.2.11	Подготовка предложений по развитию энергетического хозяйства ГЭТ	2011–2015	КТ, КЭиО	Выполнено

Окончание табл. 5.1

Пункт плана	Мероприятие	Сроки	Ответственные исполнители*	Ход реализации**
2.2.12	Приобретение современного экологичного и энергоэффективного ПС	2012–2015	КТ	Выполняется в недостаточных объемах по электро-транспорту
2.2.13	Подготовка предложений по формированию эффективной тарифной политики на ГПТ	2011–2015	КТ	Предложения не разработаны
2.2.14	Разработка предложений по совершенствованию дорожного движения путем выделения полос для ГПТ	2011–2015	КТ, КРТИ, КТПП	Разработана «Отраслевая схема развития инфраструктуры ГПТ», но ее реализация не началась. Проекты выделенных полос для ГПТ отсутствуют
2.2.15	Разработка предложений о поэтапном переходе на единый регулируемый тариф на ГПТ	2013–2015	КТ	Предложения разработаны, но реализация не началась
2.2.16	Мониторинг пассажиропотоков	2011–2015	КТ	Не выполняется

* Комитеты Администрации Санкт-Петербурга: КГА – Комитет по градостроительству и архитектуре; КИС – Комитет по информатизации и связи; КРТИ – Комитет по развитию транспортной инфраструктуры; КТ – Комитет по транспорту; КТПП – Комитет по транспортно-транзитной политике (с января 2013 г. присоединен к КРТИ); КЭиО – Комитет по энергетике и инженерному обеспечению.

** По состоянию на 2016 г.

Таблица 5.2

**Целевые показатели Транспортной стратегии Санкт-Петербурга
до 2025 года в сфере развития НТОП**

Показатель	Значение		
	2011 г.	2015 г.	2025 г.
Доля населения, использующего ГПТ, %	70	72	75
Среднее время поездок с трудовыми целями, мин	56	48	40
Повышение эксплуатационной скорости наземного ГПТ (в частности, трамвая), %	100 (100)	110 (125)	115 (130)
Суммарная вместимость наземного ГПТ, тыс. мест	528	610	850
Максимальный интервал движения наземного ГПТ, мин	25	15	10
Пешеходная доступность остановочных пунктов в зоне плотной застройки, м	500	400	300

Анализ хода реализации Стратегии позволяет сделать вывод о невозможности достижения установленных целевых показателей. В городе не выполняются мероприятия по повышению скорости НТОП и стабилизации графика движения. Наряду с постоянным ростом стоимости проезда это ведет к устойчивому снижению числа пассажиров и росту среднего времени поездки. Из-за недостаточных объемов закупок нового ПС большой вместимости не уменьшаются интервалы движения и не повышается комфортность поездок. Не ведутся работы по оптимизации расположения остановочных пунктов и повышению уровня их обустройства.

3. *Отраслевая схема развития объектов транспортной инфраструктуры наземного городского пассажирского транспорта в Санкт-Петербурге на 2011–2015 годы с перспективой до 2025 года*, утвержденная Постановлением Правительства Санкт-Петербурга от 28.06.2011 № 837, продолжает вышеуказанную Стратегию.

Схема устанавливает следующие основные принципы и направления развития и размещения объектов наземного ГПТ в Санкт-Петербурге:

- эффективное удовлетворение потребностей населения в пассажирских перевозках с минимальными затратами времени, обеспечение удобства, надежности и безопасности поездок;
- повышение надежности и эффективности работы наземного ГПТ, улучшение транспортной доступности.

Для реализации данных задач предусматриваются:

- строительство и реконструкция 102 диспетчерских станций маршрутов наземного ГПТ и 92 разворотных площадок;
- строительство 26 трамвайных и 6 троллейбусных линий;
- организация приоритетного движения наземного ГПТ в форме выделенных полос (42 автобусные полосы, 41 трамвайно-автобусная, 82 трамвайных).

В течение четырех лет, прошедших с момента принятия Отраслевой схемы, из указанных мероприятий выполнялась только реконструкция диспетчерских станций.

В результате в городе до сих пор нет ни одного маршрута ГПТ, движение по которому не зависело бы от интенсивности автомобильного движения. При этом Санкт-Петербург является единственным городом в стране, где в 2014 г. принят Региональный отраслевой методический документ «Методические рекомендации по оценке целесообразности введения приоритетных условий движения наземного городского пассажирского транспорта».

Длительные простои и задержки НТОП ведут к снижению объемов перевозок, значительному росту эксплуатационных затрат и неэффективному использованию дорогостоящего ПС.

Отказ от строительства новых линий трамвая и троллейбуса и недостаточные объемы реконструкции трамвайных путей (без перевода ПС на выделенный или изолированный путь) препятствуют использованию экономических и экологических преимуществ ГЭТ (в частности, высоких провозных качеств трамваев), а также лишают город возможности существенно повысить ка-

чество транспортного обслуживания при гораздо более коротких сроках и меньших инвестициях по сравнению со строительством новых линий метро.

4. *Государственная программа Санкт-Петербурга «Развитие транспортной системы Санкт-Петербурга»*, утвержденная Постановлением Правительства Санкт-Петербурга от 30.06.2014 № 552, включает несколько подпрограмм, среди которых:

- *Подпрограмма 3 «Внеуличный пассажирский транспорт Санкт-Петербурга»*, предусматривающая развитие пассажирских перевозок водным транспортом за счет повышения числа функционирующих причалов до 18, на что выделяется более 168 млн руб. (осуществление регулярных перевозок пассажиров и багажа по городским маршрутам водного транспорта Санкт-Петербурга по регулируемому тарифу запланировано только до 2015 г.);

- *Подпрограмма 4 «Наземный городской пассажирский транспорт Санкт-Петербурга»* (табл. 5.3), направленная на обеспечение качества, доступности и безопасности услуг наземного ГПТ за счет:

- реализации установленного объема транспортной работы по обслуживанию населения наземным ГПТ;
- увеличения доступности, безопасности и комфортности поездок для маломобильных групп населения;
- обеспечения равной доступности проезда в городском и пригородном пассажирском транспорте для граждан всех субъектов РФ;
- модернизации и приведения в нормативное состояние объектов транспортной инфраструктуры наземного ГПТ;
- повышения эффективности системы оплаты проезда и контроля оплаты в наземном ГПТ.

Подпрограммой 4 предусмотрены следующие мероприятия:

- строительство троллейбусной линии по продолжению Ленинского пр. от пр. Героев до магистрали № 1 с устройством разворотного кольца;

- реконструкция трамвайных путей под ускоренный режим движения;

- проектно-изыскательские работы для реконструкции объектов ГЭТ.

Кроме того, за счет внебюджетных средств в Подпрограмму включены:

- реконструкция и техническое перевооружение трамвайных, троллейбусных и автобусных парков;
- модернизация оборудования тяговых подстанций;
- проектно-изыскательские работы для реконструкции объектов СПб ГУП «Пассажиравтотранс».

Таблица 5.3

Индикаторы Подпрограммы «Наземный городской пассажирский транспорт Санкт-Петербурга»

Наименование	Значение					
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Общий объем транспортной работы, млн км	222	224,8	227,6	230,4	233,2	236
В том числе:						
электротранспорт	62	62	62	62	62	62
автобусный транспорт	160	162,8	165,6	168,4	171,2	174
Суммарная вместимость выпуска ПС наземного ГПТ, тыс. мест	407,4	413,4	419,5	425,5	431,5	437,6
Доля низкопольного ПС, %	64	66	69	71	73	75
В том числе:						
трамваи	25	25,8	26,6	27,3	28,1	28,9
троллейбусы	61	62	63	65	66	67
автобусы	76	80	84	87	90	93
Доля маршрутов с интервалом движения менее 10 мин в час пик, %	28	28,5	29	29,5	30,2	31
Доля поездок, оплаченных электронными билетами, %	78	80	82	83	84	85

5.2. Анализ и прогноз наличия проблемных узлов инфраструктуры...

В результате реализации Подпрограммы ожидается увеличение:

- объема транспортной работы НТОП на 9 %;
- суммарной вместимости выпуска ПС НТОП на 11 %;
- доли маршрутов НТОП с интервалом движения менее 10 мин в час пик с 28 до 31 %;
- доли низкопольного ПС с 64 до 75 %;
- доли поездок на НТОП, оплаченных электронными билетами, с 78 до 85 %.

Следует отметить, что целевые индикаторы Подпрограммы 4 существенно ниже значений, установленных в Стратегии развития транспортной системы Санкт-Петербурга, по росту объемов перевозок, суммарной вместимости ПС и интервалу движения. Тем не менее предусмотренные мероприятия не смогут обеспечить и этих показателей, явно не соответствующих потребностям города в части достижения стабильного функционирования транспортной системы и современных условий мобильности населения. Практическая реализация Подпрограммы не позволит повысить скорость движения НТОП.

Таким образом, достижение требуемого уровня развития НТОП требует пересмотра приоритетов управления транспортной системой города. Для развития инфраструктуры системы необходима реализация сбалансированного комплекса мероприятий, позволяющих получить максимальный эффект при минимальных затратах. Обеспечить эти условия может развитие инфраструктуры НТОП с ускоренным развитием трамвайной системы.

5.2. Анализ и прогноз наличия проблемных узлов инфраструктуры городского электрического и автомобильного пассажирского транспорта

Транспортная сеть НТОП Санкт-Петербурга имеет ряд специфических особенностей.

1. Преимущественно радиальная схема планировки сети обусловлена планировочной схемой города с центром, исторически воз-

никшим на пересечении водных артерий и наземных путей сообщения. Такая схема наиболее оправдана для соединения периферии с центром, но не создает непосредственной связи между периферийными пунктами, что, наряду с удалением мест массовой жилой застройки от центра, приводит к перегрузке центральной части города.

2. Технологическая обособленность ГЭТ и необходимость его рационального использования в системном единстве с другими видами ГПТ стали предпосылками для формирования маршрутной сети не только в радиальном направлении, но и с сочетанием отдельных элементов двух или более традиционных планировочных схем (кольцевых, прямоугольных, треугольных).

3. Развитие на периферии жилой застройки с высокой плотностью расселения и одновременное увеличение количества рабочих мест в центре города без адекватного развития скоростного транспорта приводят к росту дальности поездок и протяженности маршрутов НТОП (в основном автобусов), а следовательно, к повышению времени поездок и затрат перевозчиков.

4. Недостаточное развитие скоростных видов транспорта усугубляется отсутствием условий для эффективной работы НТОП: практически все время он работает по свободному графику, без соблюдения расписания. Это влечет за собой длительные задержки ПС, особенно в наиболее загруженных транспортных узлах, где скопления автомобилей приводят к образованию колонн простаивающих трамваев, троллейбусов и автобусов.

Перечень узлов, вызывающих наибольшие задержки НТОП, приведен в табл. 5.4. Основными причинами задержек являются высокая интенсивность движения транспорта и пешеходов во всех направлениях, а также заторы на перекрестке.

Для организации оптимальной маршрутной сети необходимо рациональное размещение конечных станций, позволяющее минимизировать непроизводительные пробеги ПС. Застройка новых территорий требует продления маршрутов НТОП, однако в этих районах участки для размещения объектов НТОП соответствующими проектами не предусматриваются.

5.2. Анализ и прогноз наличия проблемных узлов инфраструктуры...

Таблица 5.4

Перечень проблемных узлов НТОП Санкт-Петербурга

Узел	Виды НТОП
Пересечение Коломяжского пр. и пр. Испытателей	Трамвай, троллейбус, автобус
Пересечение пр. Энгельса и пр. Просвещения	Трамвай, троллейбус, автобус
Пл. Мужества	Трамвай, троллейбус, автобус
Светлановская пл.	Трамвай, троллейбус, автобус
Пересечение Гражданского пр. и пр. Науки	Трамвай, троллейбус, автобус
Пересечение Гражданского пр. и пр. Непокоренных	Троллейбус, автобус
Пересечение Кантемировской ул. и Кушелевской дор.	Троллейбус, автобус
Пл. Ленина	Трамвай, троллейбус, автобус
Пересечение ул. Академика Крылова и наб. Черной речки	Трамвай, троллейбус, автобус
Пересечение Большого пр. П. С. и наб. р. Карповки	Трамвай, троллейбус, автобус
Пересечение Большого пр. П. С. и пр. Добролюбова	Трамвай, троллейбус, автобус
Средний пр. В. О. от 8-й до Кадетской линии	Трамвай, автобус
Пересечение пр. Наставников и пр. Косыгина	Трамвай, троллейбус, автобус
Пересечение Дальневосточного пр. и Народной ул.	Трамвай, троллейбус, автобус
Большеохтинский мост, Новочеркасский пр., Красногвардейская пл.	Трамвай, троллейбус, автобус

Узел	Виды НТОП
Ивановская ул.	Троллейбус, автобус
Пл. Восстания	Троллейбус, автобус
Садовая ул. (от Сенной пл. до ул. Пестеля)	Трамвай, автобус
Московская пл.	Троллейбус, автобус
Пл. Стачек и Старо-Петергофский пр. до наб. р. Фонтанки	Трамвай, автобус
Выезд с Благодатной ул. со стороны Витебского пр. на Московский пр.	Трамвай, троллейбус, автобус
Пересечение Благодатной ул. и Волковского пр.	Трамвай, троллейбус, автобус
Расстанная ул.	Трамвай, автобус
Пересечение ул. Марата и Свечного пер.	Трамвай
Пересечение Старо-Петергофского пр. и наб. Обводного кан.	Трамвай, троллейбус, автобус
Пересечение Ленинского пр. и пр. Народного Ополчения	Троллейбус, автобус
Пересечение пр. Стачек и Ленинского пр.	Трамвай, троллейбус, автобус

Наиболее проблемными территориями, где работа НТОП связана с существенными потерями из-за отсутствия конечных станций и разворотных колеи, являются:

- намывные территории Васильевского острова;
- Курортный район;
- северо-западная часть Приморского района;
- Центральный район;
- западная часть Адмиралтейского района;
- Кронштадтский район.

5.2. Анализ и прогноз наличия проблемных узлов инфраструктуры...

Данная инфраструктурная проблема хорошо видна на примере Васильевского острова, где имеется только одна конечная автобусная станция – «Наличная улица». Все маршруты доходят до пересечения Наличной ул. и ул. Кораблестроителей, что приводит к увеличению протяженности маршрутов, излишнему их дублированию и повышенной загрузке УДС. Идеальным решением стало бы устройство конечной станции НТОП у станции метро, откуда легко организовать радиальную сеть маршрутов для подвоза пассажиров. При этом легко реализуются изменение маршрутов и увеличение их протяженности.

В Санкт-Петербурге практически отсутствуют автостанции для обслуживания пригородных маршрутов НТОП, в связи с чем наблюдается хаотическое скопление данного ПС вблизи станций метро, затрудняющее проезд автотранспорта, движение пешеходов и работу городских маршрутов. Кроме того, ухудшаются качество обслуживания пассажиров и комфортность пересадок.

Трамвайный транспорт Санкт-Петербурга также имеет многолетние системные инфраструктурные проблемы. Например, ликвидация целого ряда трамвайных парков в центральной части города не сопровождалась адекватным строительством депо в районах обслуживания.

Схема трамвайной сети Санкт-Петербурга с привязкой маршрутов к обслуживающим паркам приведена на рис. 5.1.

Оптимально соответствует обслуживаемой маршрутной сети расположение трамвайного парка № 8, приемлемым можно признать расположение трамвайного парка № 7 и совмещенного трамвайно-троллейбусного парка.

Трамвайный парк № 1 находится на Московском пр. в районе станции метро «Фрунзенская», а территория его обслуживания располагается существенно южнее и восточнее, во Фрунзенском районе. Единственной связью парка с ней является Благодатная ул. с постоянными заторами в районе путепровода через ж.-д. линию.

Трамвайный парк № 3 располагается в Петроградском районе, а основное количество обслуживаемого им ПС (за исключением

маршрутов № 6 и 40) используется в Красногвардейском районе. Помимо больших холостых пробегов, это вызывает необходимость подачи вагонов по загруженным улицам Куйбышева, Боткинской, Лебедева и Комсомола, что приводит к задержкам своевременного прибытия ПС на маршрут.



Рис. 5.1. Схема трамвайной сети Санкт-Петербурга с привязкой к паркам

Трамвайный парк № 5 находится вблизи ж.-д. станции «Ланская». Для подачи вагонов, обслуживающих маршрутную сеть в северной части Приморского района, могут использоваться только пр. Энгельса и Светлановская пл. – наиболее загруженные транспортные узлы.

5.2. Анализ и прогноз наличия проблемных узлов инфраструктуры...

По этой причине происходят задержки ПС, а в случае ДТП – срывы подачи на маршрут.

Для решения этих проблем необходимо строительство трамвайных депо, приближенных к районам обслуживания, и развитие новых связей трамвайной сети.

Анализ схемы на рис. 5.1 очевидно показывает, что маршрутная сеть трамвая разбита на отдельные фрагменты, серьезно снижающие ее надежность и не позволяющие организовать хордовые связи для перевозок между соседними районами. Основные места разрывов приведены в табл. 5.5.

Таблица 5.5

Разрывы трамвайной сети Санкт-Петербурга

Местонахождение	Причина	Протяженность, км
Между Торфяной дор. и Липовой аллеей	Ж.-д. линия	0,2
По Пискаревскому пр. от пр. Мечникова до Полюстровского пр.	Демонтаж пути	2,6
По Гранитной ул.	Р. Оккервиль	1,2
По пр. Солидарности от Хасанской ул. до ул. Коллонтай	Ж.-д. линия	1,4
Между ул. Я. Гашека и ул. Грибакиных	Ж.-д. линия	4,8
От трамвайного парка № 1 до 1-й Красноармейской ул.	Демонтаж пути	2,5
От Лиговского пр. до Херсонской ул.	Демонтаж пути	2,0
От ул. Трефолева до пл. Стачек	Демонтаж пути	1,3
От ул. Благодатной до ул. Новостроек	Демонтаж пути, ж.-д. линия	3,5
От ул. Благодатной до ул. Коллонтай	Р. Нева, ж.-д. линия	5,5

Таким образом, основные проблемы инфраструктуры НТОП Санкт-Петербурга состоят в следующем:

- отсутствуют система выделенных обособленных полос для движения и приоритет проезда регулируемых пересечений, что не позволяет НТОП соблюдать график и расписание;
- линейная инфраструктура ГЭТ находится в плохом техническом состоянии;
- медленно развиваются скоростные виды транспорта, особенно в периферийных районах жилой застройки с высокой плотностью расселения;
- практически полностью отсутствуют автостанции для обслуживания пригородных маршрутов;
- недостаточно конечных станций и разворотных колец, особенно в развивающихся районах, что не позволяет организовать оптимальную маршрутную сеть;
- слабые связи маршрутной сети с трамвайными парками № 1, 3, 5 вызывают большие потери при выпуске и возврате вагонов;
- разрывы в трамвайной сети препятствуют формированию интегрированной маршрутной сети, особенно в хордовых направлениях.

5.3. Концепция развития городского пассажирского транспорта

В современных градостроительных условиях Санкт-Петербурга при интенсивном росте населения на внешнем кольце агломерации и ограниченных ресурсах для развития транспортной системы основной целью развития ГПТ является *обеспечение требуемого уровня мобильности населения при заданных параметрах качества обслуживания в условиях расширения зоны расселения, роста автомобилизации и сохранения существующего уровня плотности УДС.*

При этом система ГПТ по-прежнему будет делиться на два уровня: скоростная и подвозящая (рис. 5.2).

5.3. Концепция развития городского пассажирского транспорта



Рис. 5.2. Структура транспортной системы агломерации

1. *Скоростная система ГПТ* интегрирует весь рельсовый транспорт в общую систему скоростного транспорта за счет единого тарифа и создания системы транспортно-пересадочных узлов. Она включает три специализированные подсистемы.

1.1. *Городской железнодорожный транспорт* – наиболее скоростная и высокопроизводительная подсистема на базе пригородного ж.-д. сообщения. Она обеспечивает высокоскоростные транзитные перевозки в городской черте и обслуживание пригородных зон (примерно до 30 км от границ города). Соединение тупиковых направлений путем строительства тоннеля глубокого заложения позволит напрямую связать пригородные и периферийные районы с центром города и между собой минимальными по времени поездками, а также рассредоточить пересадочные потоки между пригородным и городским сообщением. Таким образом, городская железная дорога становится основной транспортной связью центра города с периферией и прилегающими районами Ленинградской области.

1.2. *Метрополитен* обеспечивает скоростные межрайонные перевозки на направлениях с высоким и стабильным пассажиро-

потоком, оставаясь основным видом транспорта для внутригородских поездок.

1.3. *Трамвай* обслуживает перевозки в трех сегментах:

- связи пригородных зон (до 15 км от границ города), в которых отсутствуют ж.-д. линии, с транспортно-пересадочными узлами и центральными районами (эксплуатационная скорость – не менее 30 км/ч, длина поезда – до 72 м);

- дуговые межрайонные связи с высоким пассажиропотоком, связи между станциями метро разных линий (эксплуатационная скорость – не менее 24 км/ч, длина поезда – до 52 м);

- подвоз населения к станциям метро и узлам внешнего транспорта на направлениях с высоким пассажиропотоком (эксплуатационная скорость – не менее 20 км/ч, длина поезда – до 32 м).

Развитие трамвайной сети предусматривает:

- устранение разрывов за счет строительства новых линий небольшой протяженности или эстакад через ж.-д. пути, что позволит повысить эффективность маршрутной сети и перевозить значительные пассажиропотоки по более коротким направлениям, сокращая время поездки и эксплуатационные затраты перевозчиков;

- восстановление связей радиальных трамвайных линий с центром города и возобновление движения трамваев по неиспользуемым линиям в центральной части, благодаря чему повысятся провозные возможности ГПТ на радиальных направлениях и улучшится обслуживание жителей центра экологически чистым видом транспорта;

- строительство трамвайных линий в широтных направлениях в целях организации межрайонных связей, минующих центр города, а также связей между станциями метро и железной дороги разных линий;

- проведение новых линий в зоны массового жилищного строительства за КАД (включая районы Ленинградской области) для реализации транспортного обслуживания застраиваемых территорий с высокой плотностью населения, где эффективность перевозок можно обеспечить только путем использования рельсового транспорта.

5.3. Концепция развития городского пассажирского транспорта

Таким образом, появляется возможность максимально снизить на направлениях «город – область» использование автобусного транспорта, часто простаивающего в заторах из-за ограниченной пропускной способности вылетных магистралей, где выделить для его движения отдельную полосу не представляется возможным.

2. *Подвозящая система ГПТ* включает трамвайный, автобусный и троллейбусный транспорт. Трамваи обеспечивают подвоз населения к станциям метро и узлам внешнего транспорта на направлениях с высоким пассажиропотоком, а автобусы и троллейбусы обслуживают внутри- и межрайонные связи, на которых отсутствует рельсовый транспорт.

Повышение эффективности использования существующих линий НТОП планируется обеспечить путем реализации коридоров приоритетного движения, где ПС сможет поддерживать эксплуатационную скорость 18–25 км/ч и высокую регулярность.

В коридорах приоритетного движения НТОП организуются выделенные полосы, предусматриваются специальные мероприятия по организации дорожного движения для беспрепятственного подъезда НТОП к перекресткам, на некоторых участках может закрываться движение автомобилей, на отдельных светофорных объектах (для трамвайных линий – как правило, на всех светофорах) вводится приоритетный пропуск НТОП.

Первостепенное значение мероприятий по развитию НТОП обусловлено необходимостью достичь максимальной эффективности его работы в кратчайший временной период. Для решения этой задачи предлагается следующая приоритетность реализации вышеописанных мероприятий по развитию транспортной сети электрического и автомобильного ГПТ:

- 1) повышение эффективности использования существующих линий НТОП путем организации коридоров приоритетного движения;
- 2) устранение разрывов трамвайной сети;
- 3) восстановление связей радиальных трамвайных линий с центром города и возобновление эксплуатации неиспользуемых линий в центральных районах;

4) строительство трамвайных линий в широтных направлениях для организации непосредственных связей между районами, минующих центр города, а также связей станций метрополитена и железной дороги разных линий;

5) проведение новых линий рельсового транспорта в районы массового жилищного строительства за КАД в целях обеспечения эффективного транспортного обслуживания застраиваемых территорий с высокой плотностью населения.

При развитии транспортной системы Санкт-Петербурга и прилегающих районов Ленинградской области предусматривается кардинальное изменение существующей системы пригородного сообщения путем соединения тупиковых ж.-д. линий тоннелем глубокого заложения:

- на Финляндском направлении выход тоннеля планируется в районе пересечения ж.-д. путей с Нейшлотским пер. (последними ж.-д. станциями перед подземной частью будут «Новая Деревня», «Ланская» и «Кушелевка»);

- на Балтийском направлении тоннель выйдет на поверхность в районе между ж.-д. станциями «Броневая» и «Корпусное Шоссе» (последняя ж.-д. станция перед подземной частью – «Броневая»);

- уклон выходов тоннеля принимается согласно СНиП 32-01-95 (СП 119.13330.2011) «Железные дороги колеи 1520 мм», предусматривающему для скоростных линий уклон не более 18 промилле (на сложных участках – до 22 промилле);

- на подземной линии необходимо построить станции «Московские ворота», «Обводный канал», «Площадь Восстания» и «Площадь Ленина», интегрированные переходами с подземными вестибюлями одноименных станций метрополитена;

- тоннель московского направления должен быть соединен с основным ходом перед подземным вестибюлем станции метро «Площадь Восстания»; начало тоннеля нужно расположить за 3 км от Московского вокзала – в районе путепровода Нефтяной дороги (последняя ж.-д. станция перед подземной частью – «5 км»);

- тоннель витебского направления необходимо соединить с основным ходом перед подземным вестибюлем станции метро

5.4. Организация движения городского пассажирского транспорта

«Обводный канал»; выход тоннеля планируется в районе между ж.-д. станцией «Воздухоплавательный Парк» и Благодатной ул. (последняя ж.-д. станция перед подземной частью – «Проспект Славы»).

При полном развитии системы возможна организация следующих маршрутов:

- «Ораниембаум-1 – Мельничный Ручей» (интервал движения – 20 мин);
- «Гатчина-Варшавская – Васкелово» (интервал 30 мин);
- «Павловск – Зеленогорск» (интервал 20 мин);
- «Аэропорт Пулково – Сестрорецк» (интервал 20 мин);
- «Тосно – Мельничный Ручей» (интервал 20 мин).

5.4. Организация движения городского пассажирского транспорта

Эксплуатация ГПТ происходит вне транспортных предприятий, поэтому важнейшим условием ее эффективности является правильная организация движения ГПТ.

Организация движения ГПТ представляет собой комплекс организационно-технических и управленческих мероприятий, обеспечивающих работу ГПТ с реализацией наиболее эффективного и качественного транспортного обслуживания населения. Весь комплекс мероприятий может быть разделен на меры по организации дорожного движения и меры по организации движения самого ГПТ, включающие его обеспечение необходимой линейной инфраструктурой.

Анализ результатов работы общественного транспорта показывает, что для его успешного функционирования в современных условиях недостаточно обновления ПС и производственной базы. Инвестиции в развитие ГПТ будут неэффективны, если не обеспечить соответствующий уровень организации работы ПС с максимальной производительностью. Когда интенсивность движения не соответствует пропускной способности УДС, единственным способом выполнения данного условия является выделение транспортного пространства для движения ГПТ с целью обеспечения его высокой технической скорости.

В связи с тем что основной целью организации приоритета движения маршрутного транспорта является повышение скорости и регулярности его движения, в комплекс обеспечивающих мер включаются следующие мероприятия:

- определение коридоров движения ГПТ как взаимоувязанных участков УДС, обеспечивающих связь между основными центрами генерации и поглощения транспортного спроса и связь обслуживающих этот спрос маршрутов, на которых реализованы в различных сочетаниях планировочные, организационные и управленческие мероприятия по достижению скорости и регулярности движения ГПТ, заданных социальным стандартом транспортного обслуживания;
- оценка потоков ГПТ и автотранспорта, времени их задержки в течение суток, а также объемов перевозок и возможностей концентрации маршрутов ГПТ в коридоре с учетом сохранения доступности ГПТ и альтернативных путей следования для автотранспорта;
- определение необходимости и целесообразности организации приоритетного движения маршрутного транспорта на элементах УДС на основе градостроительных условий, технических возможностей и планируемой величины снижения суммарных издержек всех пользователей УДС;
- реализация проектов организации движения и (при необходимости) реконструкции элементов УДС для обеспечения приоритета ГПТ;
- расчет пропускной способности коридора движения ГПТ и (при необходимости) корректировка маршрутной сети, режимов ее обслуживания и используемых типов ПС;
- установление режимов обслуживания предприятий (если оно осуществляется с полосы для движения маршрутных ТС).

В современной городской среде, насыщенной автомобильным транспортом, огромное значение имеет разделение транспортного пространства между частным (коммерческим) и общественным ГПТ, поэтому перед проектированием маршрутной сети необходимо предварительно выбрать те улицы и дороги, на которых будет выделяться пространство для эффективной работы ГПТ.

5.4. Организация движения городского пассажирского транспорта

Выбор коридоров для ГПТ основывается на следующих принципах:

- максимизация:
 - количества обслуживаемого населения;
 - доходов (за счет повышения привлекательности ГПТ и увеличения объемов перевозок);
- минимизация:
 - влияния на транспортные потоки (путем использования гибких мер для обеспечения приоритета ГПТ);
 - эксплуатационных расходов ГПТ (благодаря повышению скорости и обеспечению регулярности движения);
 - внешних издержек (за счет улучшения экологии и качества городской среды);
- наличие существующих линий ГПТ, образовательных учреждений, торговых и деловых центров, узлов внешнего транспорта, линий метро и железной дороги.

Исходя из этого, коридоры ГПТ обычно прокладывают по основным городским магистралям, где уже проходит большое количество маршрутов ГПТ, а также сосредоточены основные центры активности и потоки населения.

Использование для коридоров ГПТ второстепенных улиц (особенно в центральной части города), как правило, приводит к необходимости их закрытия для транзитного движения автотранспорта и запрету стоянок частных автомобилей, однако зачастую это является лучшим решением для создания благоприятной городской среды. Наибольшие сложности на таких улицах возникают при обслуживании местных коммерческих предприятий. Для решения этих проблем разрабатывают специальные проекты с организацией доступа с других улиц или принятием графика обслуживания в нерабочее для ГПТ время. Тем не менее европейский опыт показывает, что повышение привлекательности и улучшение доступности городской среды повышают выручку коммерческих предприятий и стоимость недвижимости в районе коридора ГПТ.

Типичный коридор для ГПТ включает как минимум одну полосу для маршрутного транспорта и не менее двух полос для автомобильного движения (рис. 5.3).



Рис. 5.3. Типичный коридор для ГПТ

В стесненных условиях и при невозможности переноса коридора ГПТ на параллельные улицы успешно эксплуатируются варианты с одной полосой для автомобильного движения. На рис. 5.4 приведен пример прокладки коридора ГПТ по улице шириной 14 м. Отсутствие ограждения выделенной полосы создает автотранспорту условия для объезда (при необходимости автомобили на небольшой скорости могут заезжать на полотно повышенного уровня).

Концепция борьбы с узкими местами на трассах коридоров ГПТ в общем случае исходит из фразы известного полководца древности Ганнибала: «Мы или найдем путь, или проложим его».

Существуют следующие основные способы решения данной проблемы:

- создание более благоприятных условий для движения автотранспорта на параллельных улицах с одновременным ограничением или закрытием движения автомобилей по данному участку коридора ГПТ;



Рис. 5.4. Коридор для ГПТ с одной полосой для автомобильного транспорта (Руан, Франция)

- организация одностороннего движения ГПТ либо попеременного движения в разных направлениях по одной полосе;
- расширение проезжей части;
- строительство эстакады или тоннеля для разнесения движения ГПТ и автомобилей по разным уровням;
- уменьшение ширины автобусной полосы за счет устройства направляющих и установки боковых роликов на ПС;
- использование специальных способов организации движения, в том числе возможностей ИТС.

При выборе коридора ГПТ необходимо учитывать ряд существенных факторов.

1. *Экономия времени пассажиров* определяется выражением

$$\Delta T = \Sigma(Q_{ni} T_{ni} - Q_{ci} T_{ci}),$$

где Q_{ni} , T_{ni} – количество пассажиров и время поездки для рассматриваемого коридора ГПТ; Q_{ci} , T_{ci} – то же для альтернативного варианта.

2. *Влияние на транспортный поток* зависит от количества автомобилей, степени их загруженности, возможности перераспределения на параллельные направления и увеличения использования ГПТ владельцами личного транспорта. Наиболее объективно эти показатели можно определить на основе транспортного моделирования. Если спрос на услуги ГПТ остается на низком уровне и уступает объемам передвижения на личном транспорте, то организация коридора ГПТ нерациональна.

3. *Стоимость организации коридора ГПТ* должна соответствовать бюджетным возможностям и ожидаемому эффекту. При необходимости проведения существенных капитальных работ следует учитывать долговременный характер инвестиций с помощью дисконтирования.

4. *Наличие территориальных ресурсов* для размещения инфраструктуры коридора ГПТ: безопасных остановочных пунктов, терминалов для пересадки на скоростные виды транспорта, местные и внешние маршруты.

5. *Уровень повышения спроса на услуги ГПТ* определяет возможный рост доходов перевозчика.

6. *Эксплуатационные расходы ГПТ* могут понизиться благодаря возможному уменьшению необходимого количества ПС при увеличении скорости движения и вытекающей отсюда экономии ресурсов (в первую очередь топлива и заработной платы водителей и кондукторов). Если же прогнозируется существенное повышение спроса, то увеличенный объем ПС все равно будет эксплуатироваться эффективнее.

7. *Снижение загрязнения окружающей среды* обеспечивается переходом на электрические типы ПС, более высокая стоимость которых компенсируется повышением эффективности эксплуатации и уменьшением количества автотранспорта.

8. *Политические факторы* зачастую превалируют над экономической целесообразностью. К наиболее распространенным причинам для отказа от организации коридора ГПТ относятся долгосрочные планы по развитию скоростного транспорта (например,

5.4. Организация движения городского пассажирского транспорта

метрополитена), наличие элитных районов, жители которых имеют большие лоббистские возможности, и т. п.

Практически повсеместное введение приоритета движения ГПТ за рубежом – это не дань моде, а наиболее действенный способ повышения эффективности использования ПС. Об этом свидетельствует характер влияния технико-эксплуатационных показателей ГПТ на основные критерии эффективности использования ПС, в частности на время рейса (рис. 5.5).

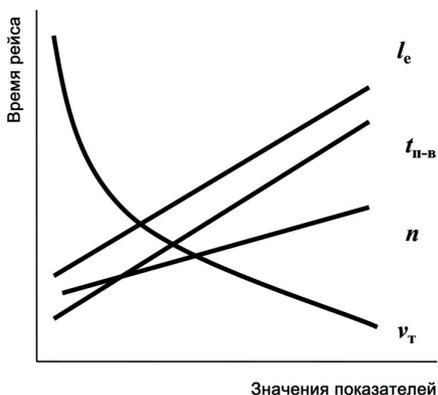


Рис. 5.5. Качественное влияние технико-эксплуатационных показателей ГПТ на время рейса: l_c – протяженность маршрута; $t_{п-в}$ – время посадки-высадки пассажиров; n – количество остановок; v_T – техническая скорость

Условия движения ГПТ принято разделять на три уровня, обозначаемые аббревиатурой ROW (от англ. Right-of-Way – «тип пути»):

1) *уровень ROW C* – движение ГПТ в общем потоке автотранспорта (дополнительные затраты не требуются, но качество транспортного обслуживания зависит от интенсивности движения и уровня загрузки УДС);

2) *уровень ROW B* – частичная изоляция транспортного пространства ГПТ, которая может отсутствовать на пересечениях,

в местах заезда автотранспорта на стоянку и т. п. (наиболее распространенный уровень организации движения наземного ГПТ, обеспечивающий приемлемые условия транспортного обслуживания, в значительной степени не зависящие от автомобильного движения);

3) *уровень ROW A* – полная физическая изоляция ГПТ за счет прохождения линий в тоннелях, по эстакадам и т. п. (обычно используется для организации движения рельсового транспорта, так как требует больших затрат, но обеспечивает очень высокие провозную возможность, скорость, надежность и безопасность).

При проектировании выделенных полос недостаточно только запланировать работы по нанесению разметки и расстановке знаков. Необходимо также предусмотреть:

- мероприятия, обеспечивающие ГПТ первоочередной проезд перекрестков при изменении направления движения, уменьшении количества полос и т. п.;

- изменения схемы движения для минимизации количества разрешенных правых поворотов (при организации крайней правой выделенной полосы) или левых поворотов и разворотов (при организации центральной выделенной полосы);

- расчет протяженности очередей для поворотных потоков, пересекающих выделенную полосу, и разработку решений по их пропуску без создания помех для ГПТ;

- определение режимов обслуживания предприятий, подвоз товаров к которым может быть осуществлен только с выделенной полосы;

- расчет максимальной пропускной способности полосы на основе пропускной способности остановочных пунктов (с учетом регулируемых пересечений);

- подбор ПС оптимальной вместимости с учетом достижения максимальной пропускной способности полосы при прогнозируемой величине пассажиропотока.

Распространенное в нашей стране мнение, что выделенную полосу для ГПТ можно организовать только при условии сохранения

5.4. Организация движения городского пассажирского транспорта

пропускной способности УДС для остального транспорта, вызывает лишь удивление, поскольку как раз в этом случае, как правило, выделенная полоса не нужна, так как существует резерв пропускной способности дороги. Единственным критерием при обосновании необходимости организации выделенной полосы является потребность населения в транспортном обслуживании как по объемам перевозок, так и по затратам времени на поездку, поскольку провозные возможности общественного транспорта в десятки раз выше, чем индивидуального (рис. 5.6).



Рис. 5.6. Сравнение дорожного пространства, необходимого для перевозок различным транспортом

На рис. 5.7 приведены результаты измерений времени движения ПС между смежными остановочными пунктами на одном из маршрутов ГПТ в центральной части Санкт-Петербурга. Как видно, время движения в течение суток существенно колеблется. При этом амплитуда и характер колебаний преимущественно случайны и кардинально отличаются для различных перегонов, что делает невозможным поддержание надежного графика движения.

Игнорирование любой из вышеперечисленных составных частей проекта организации выделенной полосы ведет к снижению

эффективности ее функционирования. Это хорошо видно на примере действующих полос. Например, на Лиговском пр. по выделенной полосе проходят 3 трамвайных маршрута и 8 автобусных с суммарным интервалом движения в час пик менее 1 мин. При наличии в потоке сочлененных трамваев такое количество ПС, явно превышающее пропускную способность полосы, вызывает скопления автобусов и трамваев на остановках и перед регулируруемыми пересечениями, что резко снижает скорость перевозок.

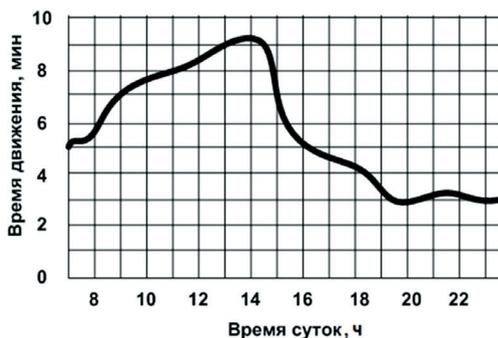


Рис. 5.7. Изменение времени проезда переезда ПС в течение суток

Критерии целесообразности организации приоритета ГПТ, предлагаемые российскими специалистами, приведены в табл. 5.6. В большинстве случаев в качестве критерия используется величина сокращения временных затрат всех людей, перемещающихся по участку УДС, рассчитываемая с помощью различных алгоритмов.

Зарубежные специалисты обращают меньше внимания на условия движения автотранспорта, если велик поток пассажиров, использующих ГПТ.

В Великобритании приоритет движения ГПТ рекомендуется организовывать при потоке ПС ГПТ более 50 ед./ч или объеме перевозок 2 тыс. пасс./ч. Конкретный состав мероприятий зависит от интенсивности пассажиропотока (табл. 5.7).

5.4. Организация движения городского пассажирского транспорта

Таблица 5.6

Критерии необходимости приоритета ГПТ

Критерии	Авторы	Источник
Сокращение суммарной стоимости задержек ПС различных типов и пассажиров	С. И. Смирнов	Совершенствование организации приоритетного движения средств маршрутного пассажирского транспорта в городах: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М.: МАДИ, 1984
Интенсивность движения ПС ГПТ 30–40 ед./ч в одном направлении	Б. И. Шлейков, А. М. Костин, Ю. В. Игнатъев	О взаимосвязи режимов движения массового пассажирского транспорта и транспортных потоков // Схемы и проекты организации движения в городах в условиях самоуправления территорий: тез. докл. науч.-практ. семинара (Свердловск, 13–14 июня 1991 г.). Свердловск: Комвакс, 1991. С. 45–46
1. Интенсивность движения ПС ГПТ более 40 ед./ч (крайняя правая выделенная полоса) или более 80 ед./ч (крайняя левая). 2. Интенсивность движения автотранспорта не более 800 ед./ч на полосу	Ю. Д. Щелков	Организация дорожного движения в городах: метод. пособие / НИЦ ГАИ МВД России; под общ. ред. Ю. Д. Щелкова. М., 1995. 143 с.
Сокращение суммарных затрат времени участников движения и пассажиров на рассматриваемом участке УДС	О. В. Попова	Разработка методики планирования приоритетного движения наземного общественного транспорта: дис. ... канд. техн. наук. СПб.: СПбГАСУ, 2003

Продолжение табл. 5.6

Критерии	Авторы	Источник
Снижение потерь от суммарной задержки ТС	А. А. Антонова, А. Ю. Михайлов	Критерии выделения полос приоритетного движения маршрутного пассажирского транспорта // XIII Междунар. (16-я екатеринбург.) науч.-практ. конф. «Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния» (14–15 июня 2007 г.): науч. мат-лы. Екатеринбург: АМБ, 2007. С. 79–86
Разность общего времени задержек всех участников движения при наличии и отсутствии выделенной полосы для ГПТ	М. Р. Якимов	Методология обоснования целесообразности выделения обособленных полос для движения общественного транспорта на улично-дорожной сети крупного города // Вестник МАДИ. 2011. № 2 (25). С. 90–95
Суммарные потери времени пассажиров	А. М. Белова	Основы методики планирования организации выделенных полос для движения общественного транспорта // Вестник гражданских инженеров. 2012. № 6 (35). С. 123–129
Сокращение суммарных временных затрат участников движения	Ф. В. Акопов	Проблемы организации выделенных полос для движения наземного городского пассажирского транспорта // Проблемы и основные направления модернизации транспортного комплекса Московского региона: сб. науч. тр. МАДИ. М., 2012. С. 83–89

5.4. Организация движения городского пассажирского транспорта

Окончание табл. 5.6

Критерии	Авторы	Источник
Величина пассажиро- потока на ГПТ с учетом уровня загрузки улицы в течение суток	А. В. Косцов	Проектирование городских магистральных улиц с уче- том приоритетного движе- ния наземного общественно- го транспорта по обособленным полосам: дис. ... канд. техн. наук. М.: МАДИ, 2012

Таблица 5.7

Рекомендации по составу мероприятий для обеспечения приоритета ГПТ в Великобритании

Пассажиропоток, чел./ч	Мероприятия
Менее 2000	Отдельные мероприятия на пересечениях с большой интенсивностью движения
2000–8000	Выделенные полосы; приоритетное пересе- чение регулируемых перекрестков с большой интенсивностью движения
8000–15 000	Выделенные или изолированные полосы; при- оритетное пересечение регулируемых пере- крестков
Более 15 000	Изолированные полосы; приоритетное пере- сечение регулируемых перекрестков; закры- тые остановочные пункты с предварительной оплатой проезда

Критерии организации приоритета движения ГПТ, принятые в Южной Корее, приведены в табл. 5.8.

Таблица 5.8

Минимальные значения критериев организации обособленных полос для ГПТ в Южной Корее

Число полос в данном направлении	Интенсивность движения ПС, ед./ч	Пассажиропоток, чел./ч	Тип выделенной полосы
3	60	1800	Крайняя правая в направлении движения транспортного потока
			Крайняя правая в направлении движения транспортного потока
	150	4500	Крайняя в направлении против движения транспортного потока
			Крайняя правая в направлении движения транспортного потока*
			Крайняя левая в направлении движения транспортного потока*
4	100	3000	Крайняя правая в направлении движения транспортного потока
			Крайняя правая в направлении движения транспортного потока*
	150	4500	Крайняя левая в направлении движения транспортного потока*

* В районе остановочных пунктов организуются дополнительные обгонные полосы.

Эффективным методом ускорения пропуска маршрутных ТС является организация транспортного пространства, по которому запрещено движение других ТС.

В зависимости от конкретных условий можно выделять одну или несколько полос, обеспечивать беспрепятственное движение ГПТ средствами ИТС либо запрещать проезд автомобилей по ули-

5.4. Организация движения городского пассажирского транспорта

це. Сравнение различных способов организации полос для маршрутных ТС представлено в табл. 5.9.

Таблица 5.9

Методы обеспечения приоритета ГПТ на перегоне

Метод	Достоинства	Недостатки
Улица (или ее участок) только для движения ГПТ и пешеходов	Наиболее простая организация. Формирование комфортной городской среды	Необходимы альтернативные пути для движения автомобилей. Трудность обслуживания жилой и коммерческой застройки с УДС
Изолированный путь для движения ГПТ	Наибольшая скорость и безопасность движения	Требуется выделение пространства вне УДС либо строительство эстакад, путепроводов, тоннелей
Крайняя правая полоса для движения ГПТ	Наиболее простая организация. Минимальные капитальные затраты	Трудность организации правого поворота для основного потока. Ликвидация мест остановки и стоянки автомобилей. Ввод специального режима обслуживания предприятий с УДС
Вторая справа полоса для ГПТ	Сохранение мест для стоянки автомобилей. Возможность обслуживания предприятий с УДС	Необходимость капитальных затрат на реконструкцию проезжей части для размещения остановочных пунктов. Пересечение полосы для ГПТ автомобилями при заезде на стоянку и выезде с нее
Крайняя левая полоса для ГПТ	Возможность движения с повышенной скоростью. Сохранение существующих условий подъезда к объектам вдоль УДС	Трудность организации левого поворота для основного потока. Необходимость капитальных затрат для организации остановочных пунктов и подходов к ним

Метод	Достоинства	Недостатки
Полоса на- встречу пото- ку при односто- роннем дви- жении (контр- полоса)	Наиболее простая ор- ганизация. Минимальные капи- тальные затраты	Отсутствие (как правило) воз- можности организации поло- сы для ГПТ по направлению ос- новного транспортного потока

Изолированный путь для движения ГПТ организуется при необходимости обеспечить высокую скорость сообщения и требует повышенных инвестиций, поскольку, как правило, сочетается с сооружениями, позволяющими избежать пересечения транспортных и пешеходных потоков: ограждениями, путепроводами, тоннелями, эстакадами, надземными или подземными пешеходными переходами. Наиболее часто этот метод используется в трамвайных системах. Изолированный путь для движения колесного ПС оборудуется боковыми ограничителями, по которым движутся направляющие ролики, стабилизирующие движение автобуса или троллейбуса.

Улицы или ее участок только для движения ГПТ выделяются обычно в центре города, в парковых зонах и иных районах, где необходимо повысить комфортность городской среды или невозможно совместить полосу для ГПТ с движением автомобилей (например, из-за ограниченной ширины улицы). На таких участках реализуются меры по улучшению движения пешеходов и велосипедистов.

Крайняя правая выделенная полоса применяется чаще всего в сформировавшейся транспортной инфраструктуре на нешироких дорогах с частыми остановочными пунктами и, соответственно, невысокой эксплуатационной скоростью ПС. Как правило, такая полоса организуется на сложившихся участках УДС, поэтому возможности ее физического (конструктивного) отделения от общей проезжей части ограничены. В этом случае используют невысокий бордюрный камень или флажки (рис. 5.8, 5.9), что позволяет

5.4. Организация движения городского пассажирского транспорта

при необходимости в любом месте заезжать на полосу или выезжать с нее. Практика использования резиновых делинаторов показала, что они недолговечны и легко повреждаются при наезде автотранспорта или зимней уборке улиц.



Рис. 5.8. Выделение полосы с помощью бордюрного камня



Рис. 5.9. Выделение полосы с использованием флажков

При организации движения по улице с крайней правой выделенной полосой наиболее сложной проблемой является реализация правых поворотов. На рис. 5.10 приведено одно из эффективных решений: дополнительная полоса для поворота направо. Если территория не позволяет расширить проезжую часть, перед пересечением делается разрыв в полосе для заезда автомобилей, поворачивающих направо.



Рис. 5.10. Организация правого поворота на улице с крайней правой выделенной полосой

Если для каких-то маршрутов ГПТ, проходящих по улице с крайней правой выделенной полосой, необходим межрейсовый отстой ПС, устраивается карман. В большинстве случаев это делается перед остановочным пунктом (рис. 5.11).

Вторая справа выделенная полоса используется при необходимости сохранить для немаршрутных ТС возможности подъезда к тротуару и стоянки (рис. 5.12). В этом случае для организации остановочных пунктов устраивают выступ.

Крайняя левая выделенная полоса обеспечивает более высокую скорость движения ГПТ при относительно редких остановках (для удобства въезда на эстакады или в тоннели и выезда). Если по ули-

5.4. Организация движения городского пассажирского транспорта

це одновременно проходят трамвайные и автобусные маршруты, то единственным вариантом организации эффективного движения ГПТ является совмещенный проезд по трамвайной линии (рис. 5.13).



Рис. 5.11. Устройство кармана для межрейсового отстоя ПС:
1 – карман; 2 – транзитный автобус; 3 – остановочный пункт;
4 – выделенная полоса

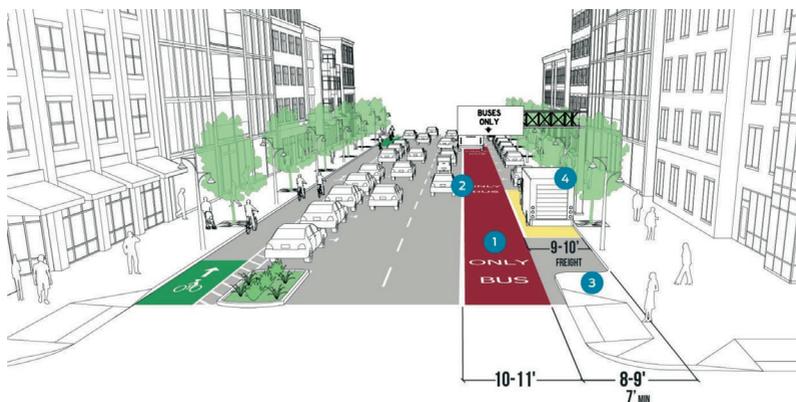


Рис. 5.12. Организация второй справа выделенной полосы:
1 – выделенная полоса; 2 – разметка 1.1;
3 – выступ для пешеходного перехода;
4 – место для разгрузки коммерческого транспорта



Рис. 5.13. Совмещенное движение трамваев и автобусов по трамвайной линии:
1 – посадочная площадка; 2, 3 – островки безопасности для пешеходов;
4 – изменение полосы движения автомобилей после окончания посадочной площадки (для организации уличной стоянки ТС)

Выделенная полоса на односторонней улице навстречу основному потоку удобна для пассажиров, которым не надо искать улицу с противоположным направлением движения, однако в этом случае практически всегда возникают сложности с организацией выделенной полосы для ГПТ в направлении основного движения, если улица имеет менее четырех полос в обе стороны.

Обособленная полоса с боковыми направляющими используется для снижения ширины выделяемого пространства практически до габаритной ширины ПС. Как правило, при этом необходима установка на ПС боковых направляющих роликов или других технических средств, фиксирующих его положение на полосе.

Таким образом, наиболее надежным способом организации полос для движения ГПТ является сооружение конструктивно обособленных путей, гарантирующее невозможность появления на выделенном полотне посторонних ТС в пределах перегона. На участках УДС, где одновременно присутствует рельсовый и безрельсовый ГПТ, целесообразно устраивать совмещенные выделенные пути. Расположение остановочных пунктов различных видов ГПТ в од-

ном месте снижает интенсивность пешеходного потока, пересекающего проезжую часть.

Выводы

1. основополагающими документами для развития ГПТ Санкт-Петербурга являются Генеральный план Санкт-Петербурга и Транспортная стратегия Санкт-Петербурга до 2025 года, впервые в РФ документально закрепляющая приоритет в развитии транспортной системы немоторизованного движения пешеходов и велосипедистов, а также транспорта общего пользования.

2. В качестве универсальной модели построения системы ГПТ предлагается многоуровневая система рельсового и безрельсового транспорта, специализирующегося на выполнении определенных функций.

3. Анализ возможных путей преодоления тенденции к снижению объемов перевозок на ГПТ показывает, что основой для решения данной проблемы является выделение для ГПТ отдельного территориального пространства, не зависящего от автомобильного движения.

4. Развитие ГПТ должно осуществляться по двум основным направлениям: улучшение качества перевозок и рост операционной и финансовой эффективности. Для достижения этих целей необходимо обеспечить повышение скорости и регулярности движения, увеличение объемов перевозок, а также внедрение безналичной системы оплаты проезда с использованием универсальных электронных карт.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящая монография является первой попыткой профессионального мировоззренческого осмысления возможностей партнерства городов, различных по параметрическим характеристикам, но являющихся носителями одинаковых миссий (Санкт-Петербург – крупнейший город на севере Европы, Хабаровск – научный и промышленный центр Дальнего Востока), в сфере развития транспортных систем в целях обеспечения повышения БДД и эффективности пассажирских перевозок.

В работе предлагается единая идеология стратегического развития, реализуемая в трех направлениях:

- повышение комфортности жизни и работы граждан;
- рост социальной безопасности;
- обеспечение доступных и качественных услуг всех видов городской инфраструктуры.

Формирование транспортных систем городов должно базироваться на балансе транспортного спроса и оптимизационного комплексного предложения, находящегося на уровне международных норм и технологий и учитывающего потребности всех заинтересованных сторон в стратегическом развитии.

Предложенные концепты стратегического развития транспортных систем соответствуют приоритетам федеральных программ стратегического развития РФ и определяют инновационные векторы модернизации функционирования транспорта в обоих рассматриваемых городах, поскольку проведенные в них авторами независимые исследования позволили выявить общность взглядов, проблем и концептов их решения на инновационном уровне. Синергетический эффект достигается за счет систематизации обобщенных взглядов и объединения компетенций при решении сходных транспортных задач.

Отраженные проблемы и результаты частных решений некоторых вопросов могут войти в тематику диссертационных работ магистрантов и аспирантов, а сама книга будет уместна в библиотеке транспортных инженеров.

Библиографический список

1. *Вакман С. А., Пугачев И. Н., Куликов Ю. И.* Транспортные системы городов: терминологический словарь. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2013. 150 с.
2. *Горев А. Э., Осанов Д. Т.* Проектирование систем городского пассажирского транспорта. СПб.: Коста, 2018. 256 с. (Серия «Библиотека транспортного инженера»).
3. ГОСТ Р 50844–95. Автобусы для перевозки инвалидов. Общие технические требования. Введ. 1991–01–01. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1996.
4. ГОСТ Р 51090–2017. Средства общественного пассажирского транспорта. Общие технические требования доступности и безопасности для инвалидов. Введ. 2018–01–01. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2017.
5. ГОСТ Р 52051–2003. Механические транспортные средства и прицепы. Классификация и определения. Введ. 2004–01–01. М.: Стандартинформ, 2008.
6. ГОСТ Р 52289–2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. Введ. 2006–01–01. М.: Стандартинформ, 2006.
7. ГОСТ Р 52290–2004. Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования. Введ. 2006–01–01. М.: Стандартинформ, 2006.
8. ГОСТ Р 52398–2005. Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования. Введ. 2006–05–01. М.: Стандартинформ, 2006.
9. ГОСТ Р 52605–2006. Технические средства организации дорожного движения. Искусственные неровности. Общие технические требования. Правила применения. Введ. 2008–01–01. М.: Стандартинформ, 2007.
10. ГОСТ Р 52765–2007. Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Классификация. Введ. 2008–07–01. М.: Стандартинформ, 2007.
11. ГОСТ Р 52766–2007. Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования. Введ. 2008–07–01. М.: Стандартинформ, 2008.
12. ГОСТ Р 52875–2018. Указатели тактильные наземные для инвалидов по зрению. Технические требования. Введ. 2019–07–01. М.: Стандартинформ, 2018.
13. ГОСТ Р ИСО 23600–2013. Вспомогательные технические средства для лиц с нарушением функций зрения и лиц с нарушением функций зрения и слуха. Звуковые и тактильные сигналы дорожных светофоров. Введ. 2015–01–01. М.: Стандартинформ, 2014.
14. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ; ред. от 02.08.2019; с изм. и доп., вступ. в силу с 01.11.2019 [Электронный

ресурс] // КонсультантПлюс [сайт]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/

15. Гудков В. А., Миротин Л. Б. Технология, организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками: учебник. М.: Транспорт, 1997. 254 с.

16. Климовитейн Г. И., Афанасьев М. Б. Организация дорожного движения: учебник для студ. вузов. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 2001. 247 с.

17. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ: ред. от 12.11.2019 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс [сайт]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/

18. Куликов Ю. И., Пугачев И. Н., Маркелов Г. Я. Автомобильные перевозки: учеб. пособие для студ. вузов. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2010. 281 с.

19. Куликов Ю. И., Пугачев И. Н. Концептуальные подходы развития городского транспорта на современном этапе // Транспорт Российской Федерации. 2013. № 4 (47). С. 8–11.

20. Маркелов Г. Я., Куликов Ю. И., Пугачев И. Н. Город и транспорт в сфере инновационного развития // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного и дорожно-транспортного комплекса: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. Вып. 13. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2013. С. 29–35.

21. Методология разработки и реализации концепции безопасности дорожного движения и программы мероприятий на территории субъекта (на примере Хабаровского края): моногр. / И. Н. Пугачев, Г. Я. Маркелов, Т. Е. Кондратенко [и др.]. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2016.

22. О безопасности дорожного движения: федер. закон от 10.12.1995 № 196-ФЗ: послед. ред. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс [сайт]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8585/

23. О внесении изменений в государственную программу Хабаровского края «Развитие транспортной системы Хабаровского края»: постановление Правительства Хабаровского края от 11.04.2016 № 92-пр [Электронный ресурс] // Официальный интернет-портал нормативных правовых актов Хабаровского края [сайт]. URL: https://laws.khv.gov.ru/pdf/%D0%BF%D0%BF_00092_11042016_000.pdf?v=0,8518045

24. О Классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы: постановление Правительства Российской Федерации от 01.01.2002 № 1: с изм. на 28.04.2018 [Электронный ресурс] // Кодекс [сайт]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901808053>

25. О компенсации расходов на оплату проезда на пригородном автомобильном и железнодорожном транспорте, водном транспорте внутригородского и пригородного сообщения отдельным категориям граждан, проживающим на территории Хабаровского края: постановление Правительства Хабаровского края

от 30.03.2016 № 79-пр [Электронный ресурс] // Официальный интернет-портал нормативных правовых актов Хабаровского края [сайт]. URL: https://laws.khv.gov.ru/pdf/%D0%BF%D0%BF_00079_30032016_000.pdf?v=0,8844844

26. О концессионных соглашениях: федер. закон от 21.07.2005 № 115-ФЗ: послед. ред. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс [сайт]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_54572/

27. О признании утратившими силу постановления Главы администрации города Хабаровска от 30 октября 1995 г. № 4378 «Об утверждении Правил пользования общественным пассажирским автомобильным транспортом в г. Хабаровске», постановления Мэра города Хабаровска от 21 марта 2001 г. № 240 «Об утверждении Правил пользования трамваями и троллейбусами в г. Хабаровске»: постановление администрации города Хабаровска от 29.05.2009 № 1782 [Электронный ресурс] // Кодекс [сайт]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/995126732>

28. О реализации отдельных положений Федерального закона от 13 июля 2015 г. № 220-ФЗ «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»: постановление Правительства Хабаровского края от 11.02.2016 № 23-пр // Официальный интернет-портал нормативных правовых актов Хабаровского края [сайт]. URL: https://laws.khv.gov.ru/pdf/%D0%BF%D0%BF_00023_11022016_000.pdf?v=0,9858503

29. О состоянии и перспективах развития городского пассажирского транспорта: постановление администрации города Хабаровска от 05.11.2014 № 4853: с изм. на 16.08.2019 [Электронный ресурс] // Кодекс [сайт]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/465318249>

30. О транспортной безопасности: федер. закон от 09.02.2007 № 16-ФЗ: послед. ред. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс [сайт]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_66069/

31. Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: федер. закон от 08.11.2007 № 257-ФЗ: послед. ред. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс [сайт]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_72386/

32. Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации: федер. закон от 06.10.2003 № 131-ФЗ: ред. от 02.08.2019 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс [сайт]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_44571/

33. Об особенностях режима рабочего времени и времени отдыха отдельных категорий работников, имеющих особый характер работы: постановление

Правительства Российской Федерации от 10.12.2002 № 877; ред. от 04.09.2012 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс [сайт]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_39952/

34. Об утверждении Порядка подготовки документа планирования регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом по муниципальным маршрутам регулярных перевозок в Хабаровском крае: постановление Правительства Хабаровского края от 25.03.2016 № 74-пр // Официальный интернет-портал нормативных правовых актов Хабаровского края [сайт]. URL: https://laws.khv.gov.ru/pdf/%D0%BF%D0%BF_00074_25032016_000.pdf?v=0,22344

35. Об утверждении Порядка проведения открытого конкурса на право осуществления перевозок по муниципальным маршрутам регулярных перевозок: постановление администрации города Хабаровска от 16.03.2016 № 771: с изм. на 17.06.2019 [Электронный ресурс] // Кодекс [сайт]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/465331359>

36. Об утверждении Правил перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом: постановление Правительства Российской Федерации от 14.02.2009 № 112; ред. от 10.11.2018 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс [сайт]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_85364/

37. Об утверждении социального стандарта транспортного обслуживания населения при осуществлении перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом: распоряжение Министерства транспорта Российской Федерации от 31.01.2017 № НА-19-р [Электронный ресурс] // Кодекс [сайт]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456042774>

38. Организация дорожного движения: учеб. пособие для учреждений высш. проф. образования / И. Н. Пугачев, А. Э. Горев, А. И. Солодкий, А. В. Белов. М.: Академия, 2013. 240 с.

39. Организация управления автомобильным транспортом / Ю. И. Куликов, И. Н. Пугачев, В. Н. Шпаков [и др.]. Владивосток: Дальнаука, 2011. 399 с.

40. Основные направления государственного регулирования в сфере организации дорожного движения и сбалансированного развития территориальных транспортных систем / В. В. Донченко, Ю. И. Кунин, Д. М. Казьмин [и др.]. М.: ООО НТБ «Энергия», 2012. 150 с.

41. Пугачев И. Н. Методология развития эффективного и безопасного функционирования транспортных систем городов. Владивосток: Дальнаука, 2009. 259 с.

42. Пугачев И. Н., Куликов Ю. И., Селеменов А. И. Особенности современной урбанизации и транспортного развития крупных городов // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного и дорожно-транс-

портного комплекса: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. Вып. 15. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. С. 15–19.

43. Пугачев И. Н., Куликов Ю. И., Седюкевич В. Н. Показатели качественного функционирования транспортного комплекса Российской Федерации // Наука и техника. 2015. № 3. С. 51–60.

44. Пугачев И. Н., Куликов Ю. И. Проблемы городского транспорта // Дальний Восток. Автомобильные дороги и безопасность движения: междунар. сб. науч. тр. № 13. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2013. С. 124–129.

45. Пугачев И. Н. Системные проблемы транспортного комплекса г. Хабаровска и пути их решения // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного и дорожно-транспортного комплекса: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. Вып. 14. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2014. С. 22–25.

46. Пугачев И. Н. Совершенствование транспортных систем городов посредством организации эффективного управления городским движением // Актуальные проблемы автотранспортного комплекса: межвуз. сб. науч. ст. (с междунар. участием). Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2012. С. 244–257.

47. Пугачев И. Н., Куликов Ю. И. Стратегия модернизации и инновационного развития транспортных инфраструктур и технологий // Транспорт и сервис: сб. науч. тр. Вып. 3. Развитие транспортной системы города. Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2015. С. 9–16.

48. Пугачев И. Н., Куликов Ю. И., Маркелов Г. Я. Индикаторы качественного и количественного развития транспортной инфраструктуры Дальнего Востока // Проблемы транспорта Дальнего Востока: мат-лы юбилейн., 10-й междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 200-летию адмирала Г. И. Невельского (Владивосток, 2–4 окт. 2013 г.). Владивосток: Дальневосточ. отд-ние Рос. акад. транспорта, 2013. С. 68–70.

49. Куликов Ю. И., Пугачев И. Н., Маркелов Г. Я. Инновационная доктрина развития автомобильного транспорта. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2013. 365 с.

50. Пугачев И. Н., Куликов Ю. И., Маркелов Г. Я. Инновационные подходы в решении проблем развития городского транспорта (на примере г. Хабаровска) // Грузовое и пассажирское автохозяйство. 2013. № 11. С. 38–43.

51. Пугачев И. Н., Куликов Ю. И., Маркелов Г. Я. Пути решения проблем городского транспорта // Совершенствование организации дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов: сб. науч. тр. (По результатам ежегод. Междунар. науч.-практ. конф.). Минск: БНТУ, 2014. С. 25–32.

52. Пугачев И. Н., Куликов Ю. И. Развитие системы городского общественного пассажирского транспорта (на примере г. Хабаровска) // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния: мат-лы юбилейн., XX Междунар. (23-й екатерин-

бург.) науч.-практ. конф. (13–14 июня 2014 г.). Екатеринбург: АБМ, 2014. С. 271–280.

53. Отраслевой дорожный методический документ. Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах [Электронный ресурс] // Кодекс [сайт]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200038245>

54. *Сильянов В. В., Домке Э. Р.* Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц: учебник для студ. высш. учеб. заведений. М.: Академия, 2007. 347 с.

55. СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02–85*. Введ. 2013–07–01. М.: Госстрой России, 2013.

56. СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01–89*. Введ. 2017–07–01. М.: Минрегион России, 2017.

57. *Transport Systems of Russian Cities: Ongoing Transformations / M. Y. Blinkin [et al.]*. Cham (Switzerland): Springer International Publishing AG, 2016.

Оглавление

Список использованных аббревиатур.	3
Введение	4
Глава 1. Значение транспортных систем в стратегическом планировании устойчивого развития современных городов	9
1.1. Особенности современной урбанизации и транспортного развития городов	9
1.2. Структура транспортной системы города	11
1.3. Виды и характеристики городского транспорта	12
1.4. Экологичность и безопасность транспортных коммуникаций	19
1.5. Инновационная доктрина развития городского транспорта	30
1.6. Условия качественного функционирования городского транспорта	44
1.7. Устойчивое развитие транспортных систем городов	54
Выводы	61
Глава 2. Характеристика сложившейся транспортной системы г. Хабаровска	64
2.1. Параметрические характеристики г. Хабаровска	64
2.2. Материально-техническая база городского общественного пассажирского транспорта	65
2.3. Характеристика улично-дорожной сети	70
2.4. Характеристика маршрутной сети	72
2.5. Показатели транспортного обслуживания	76
2.5.1. Оценка качества обслуживания населения маршрутами пассажирского транспорта	76
2.5.2. Оценка интенсивности движения пассажирского транспорта	78
2.6. Оценка уровня дублирования маршрутов по видам транспорта	80
2.6.1. Троллейбусы	81

2.6.2. Трамваи	82
2.6.3. Автобусы	86
2.7. Оценка пешеходной доступности остановок пассажирского транспорта.	87
2.7.1. Проблемы обслуживания пассажиров.	90
2.8. Результаты обследования городских транспортных потоков в сечениях сети	91
Выводы	93
Глава 3. Исследование и моделирование транспортного спроса.	94
3.1. Методология исследования транспортного спроса	94
3.2. Анализ генерального плана г. Хабаровска	98
3.3. Распределение населения по территории г. Хабаровска	102
3.3.1. Оценка перспективного транспортного спроса	102
3.3.2. Изменения в расселении.	103
3.4. Анализ пассажиропотоков по доходности городского общественного пассажирского транспорта	106
3.4.1. Наиболее нагруженные маршруты	109
3.4.2. Наименее нагруженные маршруты	111
3.4.3. Производительность различных видов транспорта.	111
3.5. Исследование загрузки существующих маршрутов.	115
3.6. Анкетирование населения.	117
Выводы	121
Глава 4. Оптимизация комплексной системы обслуживания населения г. Хабаровска общественным транспортом.	122
4.1. Принципы оптимизации маршрутной сети.	122
4.2. Результаты оптимизации маршрутной сети	128
4.2.1. Вариант I (с учетом экономической эффективности)	129
4.2.2. Вариант II (с учетом анкетирования населения)	134

4.2.3. Итоговый вариант	138
4.3. Система учета электронной оплаты пассажирских перевозок, работы транспортных средств и персонала	147
4.4. Стратегия развития маршрутной сети г. Хабаровска на период до 2025 г.	152
Выводы	156
Глава 5. Концепция развития городского пассажирского транспорта Санкт-Петербурга	158
5.1. Нормативно-правовая база развития	158
5.2. Анализ и прогноз наличия проблемных узлов инфраструктуры городского электрического и автомобильного пассажирского транспорта	169
5.3. Концепция развития городского пассажирского транспорта.	176
5.4. Организация движения городского пассажирского транспорта.	181
Выводы	201
Заключение.	202
Библиографический список.	203

Научное издание

Пугачев Игорь Николаевич
Куликов Юрий Иванович
Горев Андрей Эдливич
Маркелов Геннадий Яковлевич
Кондратенко Татьяна Евгеньевна

**СИНЕРГИЯ КОНЦЕПТОВ РАЗВИТИЯ
ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ
СОВРЕМЕННОЙ УРБАНИЗАЦИИ РОССИИ**

Монография

Редактор *Т. В. Ананченко*
Компьютерная верстка *В. С. Весниной*

Подписано к печати 10.12.2019. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бум. офсетная.
Усл. печ. л. 12,32. Тираж 500 экз. Заказ 180. «С» 103.
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.
190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.
Отпечатано на МФУ. 198095, Санкт-Петербург, ул. Розенштейна, д. 32, лит. А.