ЯМНК
XXIII
2022

П.В. Зюзин

ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ ГОРОДОВ РОССИИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Доклад НИУ ВШЭ

ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Москва, 2022

К XXIII Ясинской (Апрельской) международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества

2022 г.

ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

П.В. Зюзин

ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ ГОРОДОВ РОССИИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Доклад НИУ ВШЭ

Издательский дом
Высшей школы экономики
Москва, 2022

УДК 656.11
ББК 39.1
З-98

Научный редактор —
М.Я. Блинкин

З-98 **Зюзин, П. В.** Транспортные системы городов России: современное состояние и перспективы развития [Текст] : докл. к XXIII Ясинской (Апрельской) междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 2022 г. ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2022. — 80 с. — ISBN 978-5-7598-2651-4 (в обл.). — ISBN 978-5-7598-2461-9 (e-book).

Доклад посвящен анализу систем массового пассажирского транспорта в выборке из 50 городов России. На основе детальной информации о предложении на маршрутах регулярных перевозок показаны распределение долей в предложении разными видами транспорта, состояние ключевых показателей маршрутных сетей, параметров парка подвижного состава по состоянию на январь 2022 г. Отдельно предложены новые методы классификации улучшенной инфраструктуры (трамвайные линии, выделенные полосы автобусов и троллейбусов). Совокупность полученных параметров сводится в итоговый рейтинг исследованных городов по пяти ключевым показателям. Представлен обширный перечень рекомендаций для дальнейшей оптимизации систем массового пассажирского транспорта исходя из значений ключевых показателей.

УДК 656.11
ББК 39.1

Опубликовано Издательским домом Высшей школы экономики
http://id.hse.ru

ISBN 978-5-7598-2651-4 (в обл.)
ISBN 978-5-7598-2461-9 (e-book)

© Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Глоссарий 4
Введение 7
1. Методология 11
1.1. Выборка городов 11
1.2. Показатели массового пассажирского транспорта и подходы к их суммированию (рейтинг) 13
1.3. Граф маршрутной сети и база данных 16
1.4. Топология 17
1.5. Улучшенная инфраструктура (RoW) 18
1.6. Данные реестров и предложение мобильности 22
1.7. Модальное расщепление (Modal Split) 22
2. Результаты исследования 24
2.1. Топология и улучшенная инфраструктура (RoW) 24
2.2. Маршрутные сети 32
2.3. Структура предложения 40
3. Полученное модальное расщепление (Modal Split) 50
4. Интегральный рейтинг массового пассажирского транспорта 53
5. Рекомендации 56
5.1. Парадигмы развития массового пассажирского транспорта 58
5.2. Оптимизация предложения, структуры парка подвижного состава 65
5.3. Оптимизация маршрутных сетей 68
5.4. Трамвайные системы 70
5.5. Троллейбусные системы 74
5.6. Показатели KPI 76
Заключение 78
Автор доклада 79

ГЛОССАРИЙ

BRT (Bus Rapid Transit) — система скоростных автобусов и троллейбусов, следующих по выделенным полосам

BuA (Built up Area) — градостроительно освоенная территория, на которой имеются застройка или окультуренные ландшафты (озелененные территории, парковки и т.п.)

Carpooling — совместное использование автомобилей. Практика, когда собственник автомобиля при его использовании перевозит попутно еще и пассажиров (знакомых или нет), исходя из единственного условия — что им всем вместе по пути (пассажиры не заказывают маршрут, его определяет водитель)

Carsharing — автомобили по заказу. Сервис, позволяющий одному пользователю (нанимателю) арендовать автомобиль для себя и своих пассажиров

COD (Car-Oriented Development) — усадебная застройка, ориентированная на использование легкового автомобиля

HOV (High-Occupancy Vehicle) Lane — выделенная полоса для пропуска легковых автомобилей carsharing с пассажирами в салоне (как правило, два пассажира помимо водителя)

IMC (In-Motion Charging) — электрический подвижной состав с подзарядкой в движении (наиболее точный термин из российской практики — «троллейбус с автономным ходом»)

LoS (Level of Service) — уровень качества массового пассажирского транспорта (наличие отдельных опций в салонах, на остановках и т.п.)

LRT (Light Rail Transit) — трамвайные линии с высоким уровнем обособления путей (RoW). В российской практике используется синонимичный термин — «скоростной трамвай»

MaaS (Mobility as a Service) — тип услуги, который через мобильное электронное приложение (планировщик маршрута) позволяет пользователям планировать, бронировать и оплачивать несколько типов транспортных услуг (интермодальный маршрут, состоящий из нескольких отдельных маршрутов, как единый)

Modal Split — модальное расщепление, т.е. долевое распределение предложения разных видов транспорта на рынке перевозок

OSM (Open Street Map) — общедоступная база данных геопривязанных объектов (УДС, строений, объектов землепользования и т.п.)

PTAL (Public Transport Accessibility Level) — уровень обслуженности территории массовым пассажирским транспортом

RoW (Rights of Way) — право преимущественного проезда или реализованный приоритет в движении в общем потоке. Такой приоритет может быть реализован дорожными знаком и разметкой, инженерными средствами (вплоть до отдельной транспортной инфраструктуры)

TOD (Transit Oriented Development) — высокоплотная застройка, ориентированная на использование массового пассажирского транспорта

БТС (беспилотные транспортные средства) — легковые автомобили и массовый пассажирский транспорт; при достижении высокой степени автономности в БТС все находящиеся в салоне будут являться пассажирами

Вместимость подвижного состава — количество мест всех типов (для сидения и стояния), устанавливаемое заводом-изготовителем с учетом нормы наполнения в 3 пассажира на 1 кв. м площади пола салона для проезда стоя

Граф маршрутной сети — совокупность элементов улично-дорожной сети, по которым пролегают маршруты одного вида массового пассажирского транспорта. Для сетей метрополитенов (имеющих внеуличную трассировку линий) под графом понимаются проекции на поверхность земли трасс их внеуличных линий

Задублированность (маршрутов) — число маршрутов через одну остановку (чем выше значение, тем хуже спланирована маршрутная сеть)

Интегральная маршрутная сеть — маршрутная сеть всех видов массового пассажирского транспорта

Интегральный граф маршрутной сети — совокупность элементов улично-дорожной сети, по которым пролегают маршруты всех видов массового пассажирского транспорта. В городах с метрополитеном (имеющим внеуличную трассировку линий) добавляются также проекции на поверхность трасс их внеуличных линий

ИТС (интеллектуальная транспортная система) — аппаратные средства и программное обеспечение, которые все вместе через ситуационный центр управляют дорожным движением и транспортом. Это означает, что такая система может, например, в зависимости от дорожной ситуации с заторами изменять циклы зеленого

сигнала светофора по направлению выезда из затора и принимать другие подобные решения на основе дорожной аналитики

Мультимодальная система пассажирского транспорта — система, в которой перевозки осуществляются разными по конструктивным особенностям видами массового пассажирского транспорта (помимо автобусов, например, трамваями). Наиболее мультимодальные системы включают в РФ четыре вида транспорта: автобус, троллейбус/электробус, трамвай и метрополитен (три последних в совокупности — электротранспорт)

Пешеходная доступность остановок — зона в метрах (изодистанты), в пределах которой осуществляется подход к остановке массового пассажирского транспорта

СИМ (средство индивидуальной мобильности) — самокаты, велосипеды всех типов и прочая подобная техника

СМЕ (система многих единиц) — принцип сцепления вагонов рельсового транспорта, реализующий управление ими одним водителем из кабины командного вагона

Топология графа маршрутной сети — взаиморасположение элементов графа (ребер, узлов) на плане графа

УДС (улично-дорожная сеть) — совокупность элементов, по которым осуществляется проезд моторизованного транспорта в городе

ВВЕДЕНИЕ

Доклад продолжает начатый в период 2018–2020 гг. в Институте экономики транспорта и транспортной политики НИУ ВШЭ аудит состояния систем массового пассажирского транспорта (МПТ) в городах России[1, 2]. В докладе предпринимается попытка дать объективную характеристику современному состоянию дел в 50 городах по специальной выборке; используются авторские и адаптированные зарубежные методики расчета и комбинирова-

---

[1] Множащиеся от года к году синонимичные отечественные термины: «общественный транспорт», «городской пассажирский транспорт», «городской общественный транспорт», «пассажирский транспорт общего пользования» — в докладе объединены общим термином «массовый пассажирский транспорт» (МПТ). Термин «МПТ», или «Mass Transit», наиболее точно соотносится с зарубежными определениями и отражает две ключевые специфики: надтерриториальность обслуживания (агломерации) и функциональность (в доклад включены не все классические виды общественного транспорта, а именно не рассматривается сегмент общественного транспорта индивидуального пользования (такси, каршеринг и пр.) по классификации Ефремова, Кобозева и Юдина. См.: *Ефремов И.С., Кобозев В.М., Юдин В.А.* Теория городских пассажирских перевозок: учеб. пособие для вузов. М.: Высш. школа, 1980). Процессы субурбанизации, повышение уровня заселенности пригородных зон, рост окраинных городов-спутников делают местности все более высокоурбанизированными, но не все из них наделены формальным городским статусом. Поэтому обслуживающий такие пространства пассажирский транспорт уже не сможет быть эффективным, будучи управленчески организованным только как «городской» или только как «пригородный». Такая разобщенность усиливает проблемы транспортного обслуживания во все большем числе высокоурбанизированных территорий России за пределами Московской и Санкт-Петербургской агломераций, поэтому термин «городской общественный транспорт» нами сознательно не используется. Термин «общественный транспорт» также не используется, так как к моменту написания доклада (2022) само понятие «общественный» приобрело в российской медийной среде крайне негативную коннотацию в духе высказывая, приписываемого М. Тэтчер: «Anyone who, at the age of 26, still uses public transport should consider themselves a failure» («Любой, кто в возрасте 26 лет все еще пользуется общественным транспортом, должен считать себя неудачником»).

[2] Императивы развития транспортных систем городов России: доклад к XXI Апрельской междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 2020 г. / М.Я. Блинкин, Т.В. Кулакова, П.В. Зюзин и др.; под общ. ред. М.Я. Блинкина; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2020.

ния различных валидных параметров. Некоторые из них в российской практике рассчитываются впервые, учитывают реалии отечественного статистического учета, технические особенности и другие аспекты. Достигнутые результаты резюмируются в формате рейтинга городов России по уровню развития массового пассажирского транспорта, из которого выводится обширный свод рекомендаций по отдельным параметрам и ключевым подсегментам МПТ.

Мобильность в наших городах в силу объективных причин последние два десятилетия сопровождалась нарастающими практиками населения по самообслуживанию через приобретение личных автомобилей[3]. Уже в 2007–2008 гг. в стране пройден так называемый «крест автомобилизации» — ситуация, при которой на 1 тыс. населения количество автомобилей превысило число пользователей МПТ. После этого доля массового пассажирского транспорта продолжала снижаться, а уровень автомобилизации возрастать. На этом фоне массовый пассажирский транспорт в разных городах на рынке заказа городских перевозок развивался по-разному: от поддержания и внедрения современных практик планирования до низведения к элементу социальной поддержки незащищенных слоев населения с соответствующей минимизацией инвестиций и снижением доли в предложении перевозок.

По прошествии 100 лет мирового опыта автомобилизации ведущим экспертом в этой отрасли В. Вучиком для транспортного планировщика сформулированы весьма емкие выводы: «Задача развития городской транспортной системы — обеспечивать перемещение людей, а не легковых автомобилей»[4]. Последние 20 лет негативные тенденции в массовом пассажирском транспорте сглаживались практиками населения по компенсирующему самообслуживанию путем приобретения личных автомобилей. В конечном итоге откладывание инвестиций в МПТ при таком подходе окончательно привело к тому, к чему не могло не привести, — тяжелейшему кризису заторов в совокупности с экстремальным и некомпенсируемым в принципе дефицитом парковочных мест. Ежегодное усложнение мобильности в агломерациях стало все в

---

[3] *Кононенко Р.* Автомобильность в России. М.: ООО «Вариант», ЦСПГИ, 2011.
[4] *Вучик В.* Транспорт в городах, удобных для жизни. М.: Территория будущего, 2011.

большей степени электорально чувствительным, на бытовом уровне затрагивая каждодневные нужды широких слоев населения. Таким образом, сегмент МПТ сконцентрировал критическую массу существующих и нерешенных проблем взаимодействия между властью и жителями.

Включение в 2021 г. массового пассажирского транспорта в периметр федеральных проектов[5] вполне обоснованно создает предпосылки для дополнения соответствующим параметром KPI эффективности губернаторов[6], значительная часть которых уже лично участвует в переговорных процессах по обновлению подвижного состава (ПС) и совершенствованию маршрутных схем, чего в общем-то не наблюдалось еще 5 лет назад. Рассмотренные в докладе параметры по 50 городам России свидетельствуют о том, что качество развития МПТ находится во взаимосвязи с совокупностью многих показателей (для рейтингования рассмотрены пять высокоуровневых), поскольку учет какого-либо единственного показателя (тем более базового) крайне нежелателен (подробнее об этом см. в разд. 5.6 доклада).

До настоящего времени большие выборки городов (тем более вне когорты миллионников) не изучались в сравнении как между собой, так и по отдельным параметрам, в должной мере характеризующим их реальное состояние. Например, в единственной на сегодняшний день попытке рейтингования городов России по уровню развития массового пассажирского транспорта, предпринятой компанией «Симетра», недостаточно учитывается как-либо измеренный перевозочный процесс (ни по спросу из-за отсутствия соответствующих данных, ни по предложению). До последнего времени оставались невыработанными твердые основания-параметры, по которым можно с должной степенью достоверности судить о ключевых параметрах заказа пассажирских перевозок и их инфраструктурных свойствах (в том числе в увязке с градостроительной

---

[5] Паспорт федерального проекта «Модернизация пассажирского транспорта в городских агломерациях». URL: https://mintrans.gov.ru/documents/8/11526?.

[6] Формируются в соответствии с Указом Президента РФ от 4 февраля 2021 г. № 68 «Об оценке эффективности деятельности высших должностных лиц (руководителей высших исполнительных органов государственной власти) субъектов Российской Федерации и деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации».

спецификой). В условиях такого вакуума сложился сильный крен в интуитивно-описательную плоскость, субъективные оценочные суждения о качествах и свойствах подвижного состава, остановках и т.п. при однобоком трактовании понятия «Level of Service» (LoS).

Представленный доклад фиксирует существующее состояние дел с помощью особых методик расчета, дающих в конечном итоге, как мы надеемся, более исчерпывающее понимание количественных и качественных трансформаций в сегменте МПТ на пути поисков его места и роли в современном российском городе, городе автомобилизированном, вестернизированном, субурбанизированном.

Структурно работа состоит из пяти блоков. Первый блок включает методологические подходы к применимости тех или иных метрик к анализу транспорта. Рассмотрены ключевые параметры и методы (специфика) их расчетов. Второй блок содержит итоги расчетов, ясно ранжирующих города из выборки по сравниваемым показателям. Третий блок посвящен модальному расщеплению. Четвертый блок вобрал в себя интегральный свод (рейтинг) наиболее чувствительных параметров в итоговый интегральный балл. Наконец, пятый блок содержит обширный свод рекомендаций, исходя из комбинированных сравнений различных параметров, ясно позволяющий понять, как именно интерпретировать полученные результаты при повторении подобных расчетов для любых других городов России вне представленной выборки.

1. МЕТОДОЛОГИЯ

1.1. Выборка городов

В докладе отражена информация о 50 городах России, отобранных по совокупности удовлетворяющих условий. Москва и Санкт-Петербург не включены в их число из-за их особого положения в системе расселения РФ, несравнимо больших финансовых возможностей и транспортно-технологических заделов. Эти два города имеют существенные отличия по достигнутым результатам; более валидно их сравнение с передовыми городами зарубежных стран, нежели с другими городами России, безусловно также движущимися по пути модернизации систем массового пассажирского транспорта. Выборка формировалась по четырем основаниям и шести критериям (табл. 1, 2).

Таблица 1. Основания и критерии для выборки городов

I	*Особенности системы массового пассажирского транспорта*	
	Ia	города с трамвайным сообщением и численностью населения более 250 тыс. человек или имеющие уникальные характеристики трамвайной сети
	Ib	города, эксплуатирующие мультимодальные системы пассажирского электротранспорта (троллейбус и трамвай)
II	*Особое транспортно-географическое положение*	
	IIa	отдельные города Дальневосточного и Северо-Кавказского федеральных округов
III	*Специфика местной экономики, заделы в реформировании массового пассажирского транспорта предшествующих периодов, опыт участия в федеральных программах*	
	IIIa	города, включенные в перечень пилотных для инвестиций в массовый пассажирский транспорт ВЭБ.РФ; города, включенные в федеральную программу «Чистый воздух», имеющие существенные заделы по реформированию системы массового пассажирского транспорта
	IIIb	города, имеющие уникальные транспортно-планировочные особенности
IV	*Численность населения*	
	IVa	города с численностью населения более 600 тыс. человек

Таблица 2. Города выборки

Город	Ia	Ib	IIa	IIIa	IIIb	IVa	Σ
Барнаул	•	•				•	3
Белгород				•			1
Благовещенск			•				1
Братск				•	•		2
Владивосток	•	•	•		•	•	5
Волгоград	•	•			•	•	4
Воронеж				•		•	2
Екатеринбург	•	•		•		•	4
Ижевск	•	•				•	3
Иркутск	•	•				•	3
Казань	•	•				•	3
Калининград	•	•			•		3
Кемерово	•	•					2
Комсомольск-на-Амуре			•				1
Краснодар	•	•				•	3
Красноярск	•	•		•		•	4
Курск	•	•					2
Липецк	•			•			2
Магнитогорск	•			•			2
Махачкала			•			•	2
Нальчик			•				1
Нижний Новгород	•	•		•		•	4
Нижний Тагил	•			•	•		3
Новокузнецк	•	•		•			3
Новосибирск	•	•		•		•	4
Омск	•	•		•		•	4
Орёл	•	•					2
Пермь	•			•		•	3

Окончание табл. 2

Город	Ia	Ib	IIa	IIIa	IIIb	IVa	Σ
Петропавловск-Камчатский			•		•		2
Пятигорск	•		•				2
Ростов-на-Дону	•	•		•		•	4
Самара	•	•				•	3
Саратов	•	•		•		•	4
Смоленск	•	•					2
Таганрог	•	•		•			3
Тверь				•			1
Тольятти					•	•	2
Томск	•	•					2
Тула	•	•					2
Тюмень				•		•	2
Улан-Удэ	•		•				2
Ульяновск	•	•				•	3
Уфа	•	•				•	3
Хабаровск	•	•	•			•	4
Челябинск	•	•		•		•	4
Череповец	•			•			2
Чита			•	•			2
Южно-Сахалинск			•				1
Якутск			•				1
Ярославль	•	•		•		•	4

1.2. Показатели массового пассажирского транспорта и подходы к их суммированию (рейтинг)

Наборы показателей для понимания производительности и состояния систем МПТ включают базовые, среднеуровневые и верхнеуровневые показатели. К базовым отнесены отдельные количественные значения: число единиц подвижного состава, число остановок, маршрутов, численность населения города.

Среднеуровневые показатели относятся к комплексным и включают расчетные значения на основе базовых: количество маршрутов по отношению к протяженности графа маршрутной сети, доля градостроительно освоенной территории (BuA) в общей площади городского округа (ГО) и т.п. Верхнеуровневые показатели включают несколько комплексных показателей, используемых на последовательных стадиях расчетов (табл. 3). Сами показатели относились помимо транспортных к градостроительным и иным особенностям.

Таблица 3. Наборы показателей

Базовые показатели

Для приведения к удельным значениям		
Численность населения	Протяженность графа сети трамваев	Протяженность графа сети безрельсового МПТ

Ключевые среднеуровневые градостроительные показатели

3	**8**		**9**	**12а**
Доля застроенной территории (BuA) от площади ГО	Распределение населения по типу жилища		Плотность населения в пределах BuA	Отношение BuA к PTAL
%	МКД	ИЖС	тыс. человек на 1 кв. км	%
	%	%		

12					
Численность населения в зонах пешеходной доступности остановок					
400 м	640 м	960 м	400 м	640 м	960 м
тыс. человек			%		

Ключевые среднеуровневые транспортные показатели

21				**22**											
Парк подвижного состава по классам вместимости				Трамвай (RoW)											
ОБ	Б	С	М	ОБ	Б	С	М	А	В1	В2	В3	С	А	В1	В2	В3	С	доля
ед.				%				км					%					

Окончание табл. 3

23													23a
Выделенные полосы (RoW)													
B1	B2	B3	B4	C	D	B1	B2	B3	B4	C	D	доля	доля
км						%							

24		25	26		
Топология графа по Тархову		Задублированность маршрутов	Интенсивность движения		
P	M	max	среднее	max	среднее

Ключевые верхнеуровневые транспортные показатели

29						31			
Объем предложения по вместимости						Modal Split по предложению для массового пассажирского транспорта			
в час пик	б/р	р	в час пик	б/р	р	автобус	троллейбус	трамвай	метро

Показатели для рейтингования (по сумме мест)

21	22 + 23	25	29	31	**∑ мест (рейтинг)**

Примечание. МКД — многоквартирный дом; ИЖС — индивидуальное жилое строение.

В докладе сделан упор на верхнеуровневые показатели систем МПТ, поскольку приведение простых базовых показателей не позволяет однозначно давать какие-либо трактовки[1]. Часто в РФ суждения о состоянии систем МПТ строят на возрастной структуре парка подвижного состава, совершенно не учитывая при этом нюансы обслуживания и эксплуатации техники. И если в автобусном и троллейбусном сегментах такой параметр с некоторыми оговорками валиден, то, например, для трамвайной техники

[1] Так, возрастная структура парка трамваев не дает понимания, каково на самом деле качество транспортного обслуживания. Например, в трамвайной сети Праги средний возраст вагонов составляет более 30 лет, при этом их фактическое состояние близко к идеальному; в российской практике параметр возрастной структуры парка также малоинформативен для городов с чешскими трамваями Татра и для метрополитенов.

(и тем более для вагонов метрополитена) средний возраст парка находится в низкой взаимосвязи с его технической готовностью и реальным износом. При должном обслуживании и модернизациях трамвайные вагоны могут эксплуатироваться по 40 и даже по 60 лет без необходимости замены.

В конечном итоге по полученным показателям города ранжированы и подсчитана сумма баллов (0–50), где 0 выставлялся при отсутствии значений (например, при отсутствии в городе электротранспорта), а 50 — за лучшее значение по чувствительному верхнеуровневому показателю (например, за минимальную задублированность маршрутной сети). Весовые коэффициенты для параметров не применялись.

1.3. Граф маршрутной сети и база данных

В связи с отсутствием статистических данных об объемах перевозок, в Институте экономики транспорта и транспортной политики НИУ ВШЭ в 2013 г. разработана и апробирована методика оценки производительности системы МПТ через объем предложения[2]. Суть методики заключается не в оценивании объема спроса (данные о котором или недоступны, или не агрегируются вовсе), а в анализе производительности системы МПТ через исчисления объемов предложения. Они получались при пересчете на вместимость транспортных средств данных о классах подвижного состава и интенсивности его движения по маршрутам (подробнее об этом см. в разд. 1.6 доклада).

Для составления базы данных применялся следующий алгоритм:

а) доработка графа улично-дорожной сети до состояния, при котором в нем число вершин сведено к минимуму. Если исходный граф был очень сильно фрагментирован, присутствовали детализированная прорисовка проезжих частей в развязках, дублеры, то весь граф УДС города, по которому движется массовый пассажирский транспорт, прорисовывался заново;

---

[2] *Зюзин П.В., Кончева Е.О., Залесский Н.В.* Оптимизация пространственной структуры комплекса регионального общественного транспорта на примере Пермского края // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2016. № 1. С. 96–104.

б) группировка участков графа УДС для формирования по ним базы данных.

После того как участки графа УДС были подготовлены (упрощены), перед вводом маршрутов актуализировалась информация о маршрутной сети. Для этих целей чаще всего использовались следующие источники:

— официальный реестр маршрутов (весь их перечень с указанием улиц следования);

— собственно базовый слой с графом МПТ из OSM;

— данные из открытых источников.

В результате получены значения задублированности маршрутов, максимальные объемы предложения по отдельным участкам маршрутов, через отдельные остановки и другие метрики, более точно отражающие распределение параметров перевозочного процесса на местности, в конкретных локациях городов из выборки.

1.4. Топология

Интегральный граф маршрутной сети сам по себе — отдельный объект изучения. Особо значимы параметры топологии, поскольку они в высокой степени обусловливают значения других показателей. Потребность в анализе топологии интегрального графа маршрутной сети массового пассажирского транспорта подчеркивается в Методических рекомендациях по разработке Документа планирования регулярных перевозок (ДПРП)[3]: «В состав обосновывающей части Документа планирования регулярных перевозок рекомендуется включать топологию улично-дорожной сети и существующей маршрутной сети транспорта общего пользования...» (п. 15, подп. 1.3).

Продвинутый анализ уровня топологической сложности интегральных графов маршрутных сетей проводился методом Тархова[4], основанным на инструментарии теории графов[5]. Этот метод

---

[3] Утв. Минтрансом России 30 июня 2020 г.

[4] *Тархов С.А.* Эволюционная морфология транспортных сетей: методы анализа топологических закономерностей. М.: ИГ АН СССР, 1989.

[5] *Kansky K.J.* Structure of transportation network: relationships between network geometry and regional characteristics // Chicago University Department of Geography, research paper. 1963. No. 84; *Тархов С.А.* Эволюционная морфология транспортных сетей. Смоленск — М.: Универсум, 2005.

Рис. 1. Топологический анализ графа для вычисления параметров P и M методом Тархова по автоматизированному алгоритму Королёва (на примере графа интегральной сети МПТ г. Хабаровска). Зеленым цветом показаны циклы в пределах I топологического яруса, желтым — в пределах II топологического яруса, оранжевым – в пределах III топологического яруса, красным – в пределах IV топологического яруса. Значения параметров M по ярусам: $M_I = 26$, $M_{II} = 25$, $M_{III} = 13$, $M_{IV} = 1$

позволяет по двум метрикам: P (класс сложности) и M (число циклических элементов) — классифицировать и сравнить между собой графы сетей МПТ по уровню топологической сложности их структуры (рис. 1).

1.5. Улучшенная инфраструктура (RoW)

Повышение категории прав проезда как для рельсового, так и для безрельсового массового пассажирского транспорта

(RoW)[6] — ключевой путь к повышению эффективности его работы в условиях конкуренции за остродефицитное пространство улиц и дорог. Совокупность разных причин побудила к выработке уточненной классификации этого показателя для российской практики[7] и вводу дополнительных подклассов B1, B2 и B3 (табл. 4). Различия между введенными подклассами сводятся к трассировке линии относительно оси проезжей части (осевое или боковое расположение)[8], что обусловливает наличие/отсутствие конфликтов с боковыми примыканиями. Также выделен подкласс RoW-B1, обнаруживающий отдельные элементы обособления пути RoW-A.

Таблица 4. Критерий RoW в рельсовых сетях, уточненный для российских условий

Конфликты с боковыми примыканиями	**RoW-A**	**RoW-B1**	**RoW-B2**	**RoW-B3**	**RoW-C**
Конфликты с транспортом, движущимся параллельно (сонаправленно) трамвайной линии	нет	нет	нет	нет	да
	(физически обособленная линия)	(физически обособленная линия)	(физически обособленная линия)	(физически обособленная линия)	(совместное движение в общем потоке с автомобилями)
Конфликты с транспортом, движущимся перпендикулярно трамвайной линии на перекрестках	нет	частично	да	да	да
		(с крупнейшими магистралями в разных уровнях, с второстепенными — в одном уровне)			

[6] Мероприятия по приоритетным условиям движения МПТ также прямо предписываются в Методических рекомендациях по разработке комплексной схемы организации транспортного обслуживания населения общественным транспортом (КСОТ) (разд. «Требования», п. 5, подп. «г»).

[7] *Зюзин П.В.* Сети общественного транспорта в контексте современных транспортных парадигм // Международная конференция ЮНЕСКО «Этика, транспорт и устойчивое развитие: социальная роль транспортной науки и ответственность ученых». МИИТ, 2–3 марта 2016 г. М.: АИСнТ, 2016.

[8] К последнему классу также отнесены редкие участки, проложенные по так называемому «югославскому типу обособления», реализованному, например, на ул. Матросова в Волгограде.

Окончание табл. 4

Конфликты с боковыми примыканиями	RoW-A	RoW-B1	RoW-B2	RoW-B3	RoW-C
Конфликты с транспортом, движущимся с боковых примыканий перпендикулярно трамвайной линии (в том числе выезжающим с внутридворовых территорий)	нет (осевое расположение путей)	нет (осевое расположение путей)	нет (осевое расположение путей)	да (боковое расположение путей)	да (транспорт выезжает сразу на трамвайные пути и движется по ним вне зависимости от их расположения)
Конфликты с пешеходными потоками	нет (ограждения от пешеходов на переходах)	частично (ограждения от пешеходов только в местах остановочных пунктов)	да (пешеходы пересекают линию свободно в любом участке трассы)	да (пешеходы пересекают линию свободно в любом участке трассы)	да (пешеходы пересекают линию свободно в любом участке трассы)

Помимо классификации по степени обособления линий рельсового МПТ, критерий RoW в зарубежной практике применяется и к безрельсовому МПТ. В России приоритет для проезда троллейбусов и автобусов длительное время не требовался из-за низкого уровня автомобилизации населения и недозагрузки легковым автотранспортом УДС[9]. Однако после 2007 г. значение выделенных полос с каждым годом только возрастает, поэтому по аналогии с рельсовым транспортом для выделенных полос также разработан уточняющий классификатор (табл. 5).

[9] Формально выделенные полосы для массового пассажирского транспорта впервые были введены в ПДД в преддверии московской Олимпиады 1 июня 1980 г., однако на практике использовались крайне редко. Впрочем, по состоянию на 2022 г. использование этого инструмента также не получает адекватного распространения, но в силу иных причин (ввод выделенных полос для МПТ прочно продолжает входить в число «верных способов политического самоубийства для российского градоначальника»).

Таблица 5. Критерий RoW для выделенных полос, уточненный для российских условий

Тип обособления	Описание размещения выделенной полосы для безрельсового массового пассажирского транспорта	Примечание
RoW-A	По физически обособленному участку УДС, полностью в разных уровнях с другими транспортными потоками и коммуникациями	В России не применяется. В мире единичные примеры: BRT* в Чэнду, Сямыне и отдельные участки BRT в Боготе и некоторых других городах
RoW-B1	По оси проезжей части с боковыми посадочными платформами, а также отдельные участки УДС только с движением массового пассажирского транспорта и оборудованные знаками 3.1, 3.2	Белгород, ул. Щорса
RoW-B2	Сбоку проезжей части во встречном (противошерстном) режиме относительно потока без приоритета	
RoW-B3	Сбоку проезжей части в сонаправленном режиме относительно потока без приоритета	
RoW-B4	В совмещенном коридоре с трамвайной линией по асфальтированной рельсошпальной решетке	Ульяновск, Санкт-Петербург, Пермь
RoW-C	Сонаправленно в потоке без приоритета	
RoW-D	Сбоку проезжей части на участках УДС, по которым не проходят маршруты МПТ	Казань, Екатеринбург, Пермь

* BRT — Bus Rapid Transit. Автобусные маршруты на выделенных полосах с использованием станций «закрытого типа» (с турникетами).

1.6. Данные реестров и предложение мобильности

Методика расчета производительности системы массового пассажирского транспорта по предложению основана на сведениях из открытых источников об интенсивности движения маршрутных транспортных средств и на данных из реестров маршрутов регулярных перевозок[10] о классе по вместимости выпускаемого подвижного состава (табл. 6)[11].

Таблица 6. Соотнесение применявшихся классов транспортных средств по вместимости из реестров и численных значений на основе эталонных марок подвижного состава

Структура парка автобусов по вместимости (мест)			
М (18 и менее)	С (19–45)	Б (46–115)	ОБ (более 115)
Форд Транзит	ПАЗ-3205	ЛиАЗ-5299	ЛиАЗ-6213

1.7. Модальное расщепление (Modal Split)

Модальное расщепление показывает долю различных способов перемещения и видов транспорта на определенной территории (как правило, в городе). В зарубежной практике выделяют 10 компонентов Modal Split (рис. 2).

---

[10] Требования к информационному наполнению реестров сформулированы в Федеральном законе 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».

[11] При этом приведенные в табл. 6 принятые классы по вместимости для реестров входят в прямое противоречие с распоряжением Минтранса России от 14 марта 2008 г. № АМ-23-р (в ред. от 20 сентября 2018 г.) «О введении в действие методических рекомендаций “Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте”» и ГОСТ Р 52051-2003 «Механические транспортные средства и прицепы. Классификация и определения», где приведена иная классификация транспортных средств, используемых для перевозки пассажиров (М1, М2, М3), унифицированная с Классификацией автотранспортных средств ЕЭК ООН.

Рис. 2. Наиболее часто используемые компоненты модального расщепления (Modal Split). В градациях зеленого выделены сегменты, рассчитывавшиеся для массового пассажирского транспорта

В проекте рассчитан Modal Split по предложению, т.е. учитывается объем предложения в разных сегментах (с учетом расписаний).

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

К 2022 г. в России сложилась совокупность подходов к оценке качества массового пассажирского транспорта, большая часть которых основана на изучении сегмента LoS[1]. Однако наличие мобильного приложения, применение однотонной окраски подвижного состава, наличие кондиционера в его салоне и «умного табло переменной информации» на остановке (т.е. всего того, что принято учитывать в подходах, основанных на LoS) все же следует признать скорее медийными интервенциями, чем совокупностью реальных параметров по отражению качества функционирования систем МПТ.

2.1. Топология и улучшенная инфраструктура (RoW)

Топологические свойства графа маршрутной сети характеризуют его развитость и в высокой степени определяют пределы улучшения транспортного обслуживания (покрытия территории сетью). Так, недостаточная связность графа сети в наиболее запущенном случае приводит к значительным показателям задублированности маршрутной сети, при которых отдельные территории города остаются переобслуженными (не обязательно центр), а связи между окраинными районами могут оставаться минимальными или даже отсутствовать. Уровень топологической сложности графа интегральной сети МПТ рассчитывается по специальной методике Тархова, позволяющей выявить структурный уровень связности. В выборке из 50 городов России обнаруживается разброс показателей классов сложности (P) от 2 до 4, а числа циклических элементов (M) — от 11 до 161 (рис. 3). Это

---

[1] Не в последнюю очередь из-за исключительно тяжелой ситуации со статистическим учетом в России показателей работы массового пассажирского транспорта. Например, автору доклада ни разу не встречались данные о количестве автобусов и объеме перевозок ими в разрезе городов страны (при том, что такие данные регулярно публикуются в разрезе по стране и субъектам РФ). Полные сведения о количестве транспортных средств по городам России доступны только для коммерческого приобретения, официально они не публикуются и лишь изредка не входят в противоречие с данными ГИБДД и некоторыми другими источниками, частично содержащими отдельные фрагменты таких данных.

означает, что наибольшая сложность соответствует повышенной внутренней структурной связности графа и, соответственно, большей вариативности направлений перемещений. В сети с высоким классом связности (по Тархову) имеется «поле для маневра» при планировании маршрутной сети, в то время как в городах с низкой связностью либо явно выражена предрасположенность к высокой задублированности (попросту нет возможности пространственно распределить маршруты), либо вводится пересадочная схема с низким маршрутным коэффициентом. Так, 4-й класс топологической сложности имеет граф интегральной сети МПТ в 10 городах из выборки; 3-й класс — в 24 городах; 2-й класс — в 16 городах. Наиболее сложной (развитой) в топологическом плане по совокупности параметров P и M является сеть МПТ в Краснодаре (P = 4, M = 161), далее следуют Екатеринбург (4/153) и Саратов (4/135). Минимальный уровень сложности (2-й класс) имеет сеть в Петропавловске-Камчатском (2/11). Примечательно, что в городах со 2-м классом топологической сложности интегрального графа МПТ разброс по численности населения составляет 868 тыс. человек, в группе 3-го класса — 963 тыс. человек, а в группе 4-го класса — более 1 млн. Иными словами, сеть МПТ в Хабаровске так же структурно связана по классу сложности, как и сеть в Новосибирске, а сам показатель достаточно универсален и имеет низкую чувствительность к значениям численности населения.

Уровень сложности слагается из числа циклических элементов графа (M), при возрастании которых до определенного порога и происходит усложнение всей структуры с повышением класса ее топологической сложности (P). При этом в ряде городов такое накопление циклических элементов (прирост покрытия территории) длительное время не приводит к повышению класса сложности из-за сохранения одного-двух узких мест (чаще всего отсутствующие дорогостоящие искусственные сооружения). В каждой из групп по этому отклонению явно выделяются Краснодар и Екатеринбург (для 4-го класса), Тюмень и Самара (для 3-го класса), Волгоград и Ярославль (для 2-го класса). На практике это выглядит таким образом, что на периферии активно ветвится маршрутная сеть и повышается уровень покрытия ею территории (чаще всего в кварталах-новостройках), но при этом вся она сходится в один или несколько коридоров, не приводя к

пространственному распределению транспортно-пересадочных узлов. Например, в Волгограде в силу особых градостроительных условий (многоядерная планировочная структура, линейные градостроительные диспропорции) отдельные селитебные образования (например, Красноармейск) обслуживаются внутри достаточно связной внутренней сетью маршрутов, при этом сообщаясь между собой и центром города по единственному шоссе. В таких городах с аномально высоким количеством циклов, но низким классом сложности длительно сохраняются узкие места на улично-дорожной сети (имеется так называемый топологический дефект). Проблемной следует признать ситуацию, при которой в городе при общем высоком числе циклов имеется низкая связность улично-дорожной сети, выражающаяся в низком уровне топологической сложности (см. рис. 3).

Поскольку практически весь массовый пассажирский транспорт в России передвигается по улично-дорожной сети, то низкий класс сложности (по Тархову) косвенно отражает общую низкую связность УДС в городе. В таких условиях для участков с максимальной загрузкой общим подходом является придание приоритета маршрутным транспортным средствам. Участки с улучшенной таким образом инфраструктурой МПТ (RoW) длительное время выстраивались в России только в рельсовых сетях. Так, в трамвайных сетях наивысший класс RoW-A имеет только подземный участок под просп. Ленина в Волгограде, построенный по техническим стандартам метрополитенов[2]. В остальных городах преобладает класс RoW-B3. Максимальная протяженность таких участков реализована в последние годы в Казани (30,6 км), Екатеринбурге (20,9 км[3]) и Краснодаре (18,15 км) (рис. 4). Обособление рельсовых путей сбоку проезжей части (RoW-B3) и по оси (RoW-B2) совокупно максимально в Магнитогорске и Нижнем Новгороде (более 47 км), Ульяновске (38,6 км), Новосибирске (36,3 км). Наибольшую протяженность никак не обособленных трамвайных путей эксплуатируют в Екатеринбурге (30,6 км), Магнитогорске (30,3 км), Нижнем Новгороде, Новосибирске и Самаре (в пределах 28–29 км).

---

[2] В частности, с длиной посадочных платформ станций в 102 м под прием стандартных пятивагонных поездов метрополитена.

[3] В основном за счет улучшенных участков в зонах посадочных станций.

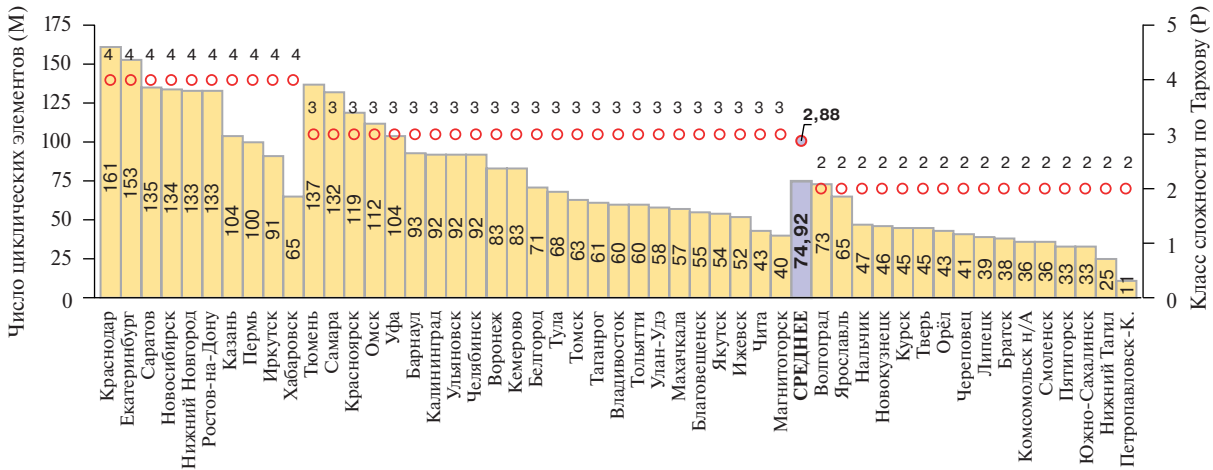

Рис. 3. Число топологических циклов и ярусов в графе интегральных маршрутных сетей по Тархову

Примечание. На этом и последующих рисунках использованы следующие сокращения: Комсомольск н/А — Комсомольск на Амуре; Петропавловск-К. — Петропавловск-Камчатский.

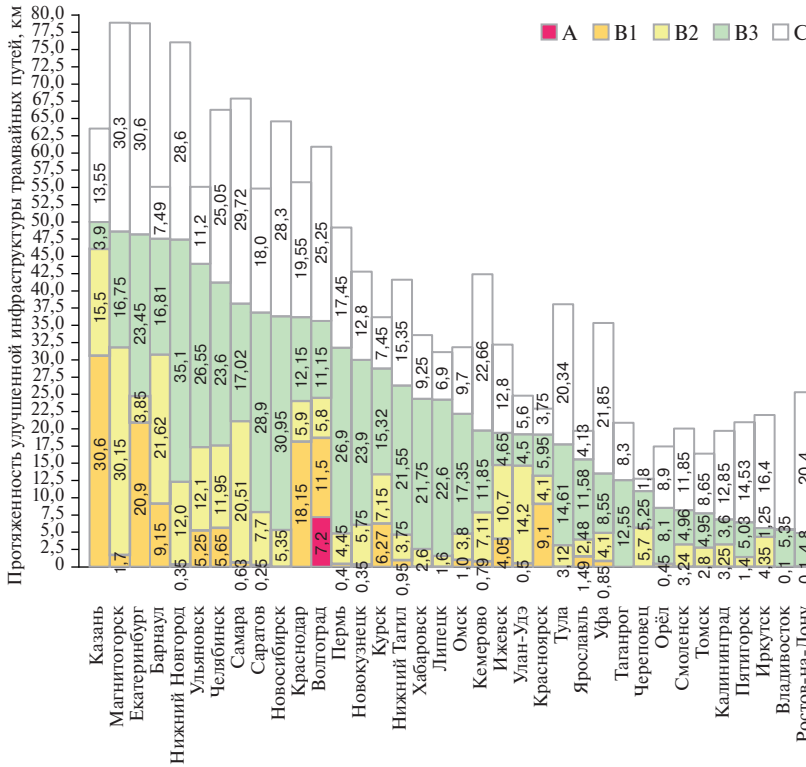

Рис. 4. Протяженность улучшенной инфраструктуры трамвайных путей (RoW) в двухпутном исчислении, км

Несмотря на абсолютные показатели, выражающие протяженность улучшенных участков, в долевом отношении даже предпринятые улучшения могут быть весьма незначительными (рис. 5). Так, в Самаре доля необособленных участков трамваев (RoW-C) составляет 43,8%, в Иркутске — 74,5%, а в Ростове-на-Дону — более 80%. Максимальную долю обособления всех типов имеют Барнаул (86,4%), Череповец (85,9%), Красноярск (83,6%), Казань (78,7%) и Улан-Удэ (78,4%). При этом такое качественное обособление достаточно эффективно для трамвайной сети при обслуживании трамваем центра города (что не обеспечивается, например, в Красноярске и Владивостоке). Во

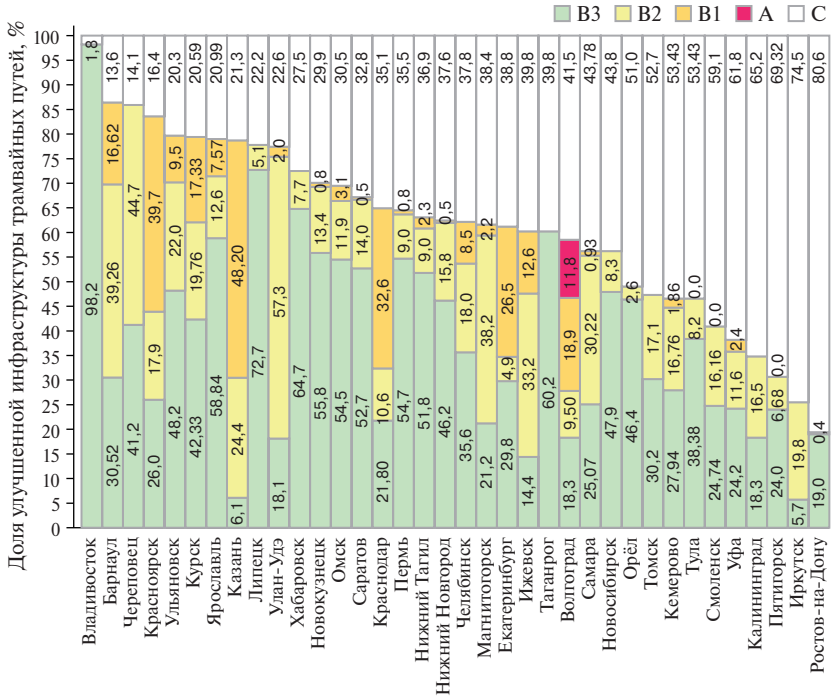

Рис. 5. Доля улучшенной инфраструктуры трамвайных путей (RoW) от общей протяженности путей в двухпутном исчислении, %

Примечание. Здесь и на рис. 12, 18 сумма значений для ряда городов отличается от 100% в результате округления.

Владивостоке максимальный показатель доли обособленных участков, однако он достигнут исключительно за счет демонтажа участков без улучшений, с целью обеспечения дополнительных полос проезда автотранспорта (к вокзалу и к жилым районам по ул. Баляева). В итоге трамвайная сеть хотя и стала внеуличной (практически полностью обособленной), но перестала обслуживать центр города и наиболее востребованный коридор вдоль Светланской ул., с долей в предложении 6,2%. На рис. 4 видно, что эта трамвайная сеть с единственным маршрутом самая короткая из всех исследованных (и даже короче, чем также единственный трамвайный маршрут в Калининграде). Также особая

ситуация сложилась в Иркутске, Туле, Кемерове и Томске, где трамвайные сети обслуживают большинство крупных районов города, но при этом имеют более 50% протяженности никак не обособленного пути[4].

Таким образом, для трамвайных сетей залогом эффективного функционирования является соотношение следующих условий:

1) обслуживание центра города;

2) высокая доля обособленных участков при высокой доле в структуре предложения.

Несоблюдение баланса этих условий приводит либо к периферийности трамвайной системы и ее работе в несвойственном подвозящем режиме (Красноярск, Владивосток), либо к высокому воздействию заторов (Иркутск, Ростов-на-Дону, Тула, Уфа и др.).

RoW в безрельсовых сетях для российских условий чаще всего связан с нестандартными практиками организации выделенных полос (в противошерстном режиме по встречной полосе, с совмещением по трамвайным путям и т.д.) (рис. 6).

По суммарной протяженности выделенных полос лидируют Казань и Красноярск, где такие полосы во многом являются наследием транспортных планов проводившихся универсиад. Среди городов, не принимавших универсиады, в применении выделенных полос преуспел Ростов-на-Дону, где до последнего времени даже сохранялась единственная в стране улица с движением только массового пассажирского транспорта (ул. 20-я Линия в Нахичевани)[5].

В целом по стране уникальные практики применения выделенных полос остаются редкими. Помимо ввода нескольких автобусно-трамвайных участков (первый действует с 2007 г. на ул. Минаева в Ульяновске), до недавнего времени другие типы ограничивались пропуском во встречном (противошерстном) режиме (отнесены к подклассу В2). Новый тип применения с осевым расположением

---

[4] Более того, в Туле на Зареченском мостовом переходе имелся специальный обособленный трамвайный коридор с приоритетом; в период 2011–2014 гг. этот коридор был асфальтирован и приспособлен под дополнительный проезд автотранспорта (вдобавок к и так имеющимся на мосту для него 3 + 3 полосам движения).

[5] Если не считать специально приспособленный для накопления и пропуска автобусов дублер на ул. Ленина в Тюмени.

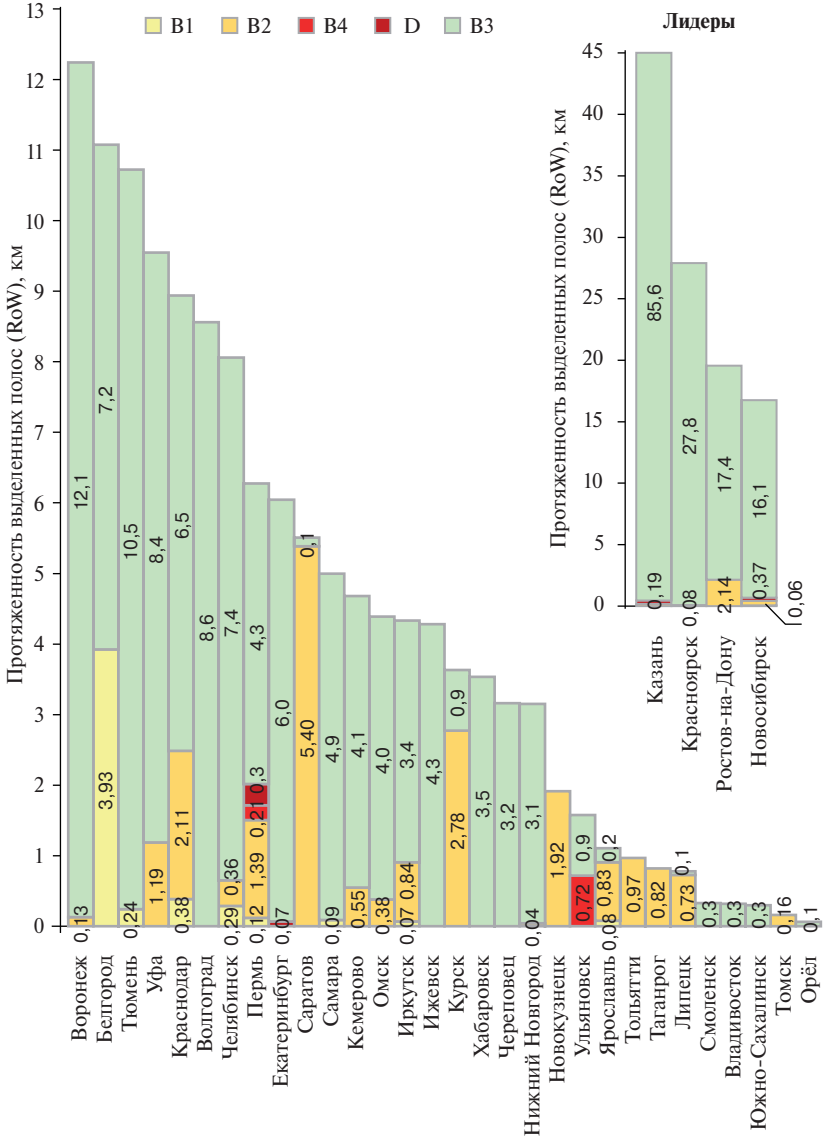

Рис. 6. Протяженность выделенных полос (RoW), км
(в двухполосном исчислении)

и посадочными платформами (по трамвайному пути) запущен не так давно на ул. Щорса в Белгороде. В ходе исследования также установлено, что в трех городах России имеются выделенные полосы для приоритетного пропуска МПТ по участкам, где массовый пассажирский транспорт отсутствует (RoW-D). И если в Перми такой участок не используется на части автобусно-трамвайного коридора (есть трамвай), то наличие отдельных подобных полос вне маршрутов какого-либо МПТ в Екатеринбурге, Казани и Новосибирске (табл. 7) — ноу-хау отечественных практик транспортного планирования, наиболее внятно объясняемое разве что по Федору Тютчеву: «Умом... не понять, аршином общим не измерить, у ней особенная стать» (что такая полоса обоснованно нужна), остается только верить.

Таблица 7. Выделенные полосы типа RoW-D вне сети маршрутов массового пассажирского транспорта

№ п/п	Город	Улица	Участок
1.	Казань	ул. Кремлевская	от ул. Чернышевского до Астрономической ул.
2.	Екатеринбург	ул. Энгельса	от ул. Розы Люксембург до ул. Белинского
3.	Новосибирск	ул. Советская	от ул. Фрунзе до ул. Орджоникидзе

2.2. Маршрутные сети

Неоптимально спланированные маршрутные сети отличает их избыточная и сверхизбыточная дублированность. В отдельных случаях такая дублированность является следствием длительно не решаемых проблем с повышением связности УДС и не обеспеченной улично-дорожной сетью направленностью градостроительного развития всего города. Самая проблемная сеть среди городов из выборки (с высокой долей вероятности и во всех субъектах РФ) на сегодняшний день в Курске (рис. 7). В этом городе дублирование в сети привело к немыслимому значению — 61 маршрут (!). Это существенно больше, чем даже в идущих следом Омске и Белгороде (по 48 маршрутов). Такое значение в Курске почти в 3 раза выше, чем в среднем по выборке. Среди крупных городов очень низкий

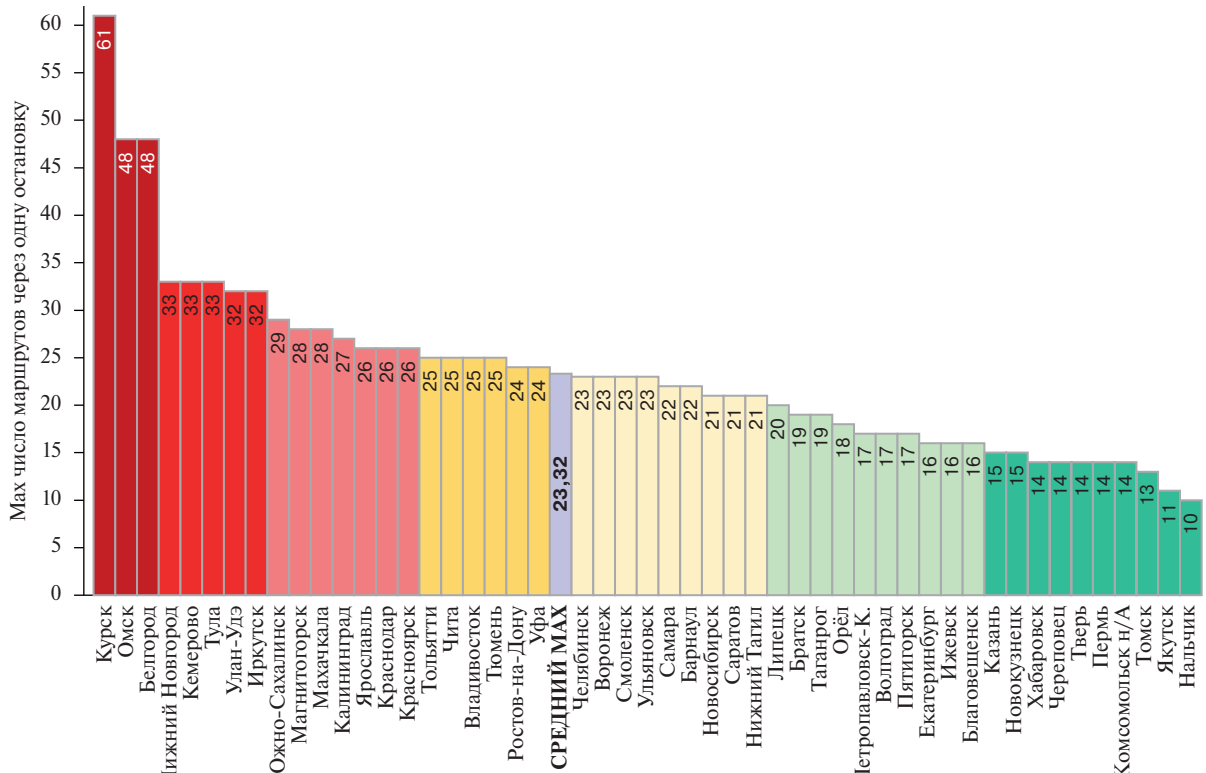

Рис. 7. Задублированность маршрутов во внутригородском сообщении через одну остановку в одном направлении

(по российским меркам) показатель дублированности отмечается в Томске (13 маршрутов), Твери и Перми (по 14 маршрутов), Казани и Новокузнецке (всего по 15). В этих городах в части планирования маршрутных сетей в значительной степени продвинулись в сторону лучших практик.

Неудивительно, что в Курске среди всех городов из выборки также максимальна и средняя дублированность для интегральной сети (среднее количество маршрутов через все остановки) — 8,47[6] (рис. 8), что почти в 2 раза выше, чем средние значения по выборке (4,3). Например, в Казани значение средней дублированности в маршрутной сети составляет всего 3,16, и даже в ряде миллионников без метрополитена есть примеры низких значений (около 4 маршрутов на остановку в Уфе и Красноярске).

Если предельно точно акцентировать внимание на самых задублированных направлениях в маршрутных сетях выборки, то из 20 остановок с максимальными значениями — 12 располагаются по понятным причинам в центре Курска, в том числе принимающие 61 маршрут остановки «Красная площадь» и «ул. Сонина» (центр города, у Знаменского собора) (табл. 8).

Интенсивность сообщения по маршрутной сети максимальна в Махачкале, Омске, а также в Курске. В этих трех городах имеются участки, пропускающие в пиковый период (8:15–9:15) более 200 единиц подвижного состава, при этом в Махачкале и Омске — более 250 единиц (рис. 9). Средняя интенсивность движения МПТ в пиковый период представлена на рис. 10.

Интенсивность движения находится во взаимосвязи со структурой парка подвижного состава по вместимости (рис. 11). И высокая, и низкая интенсивность движения может свидетельствовать о наличии проблем. Так, высокая интенсивность при высокой доле подвижного состава малого класса вместимости объясняется несоответствием эксплуатируемых классов автобусов реальному пассажиропотоку. Низкая интенсивность движения может свидетельствовать о низкой производительности системы

---

[6] Такая невероятная задублированность в центральной части Курска дополнительно отягощается фактом необслуживания центра города местной трамвайной сетью, что стало следствием последовательных демонтажей участков ключевого трамвайного коридора с главных улиц: с ул. Ленина (1973) и с ул. Дзержинского (2006).

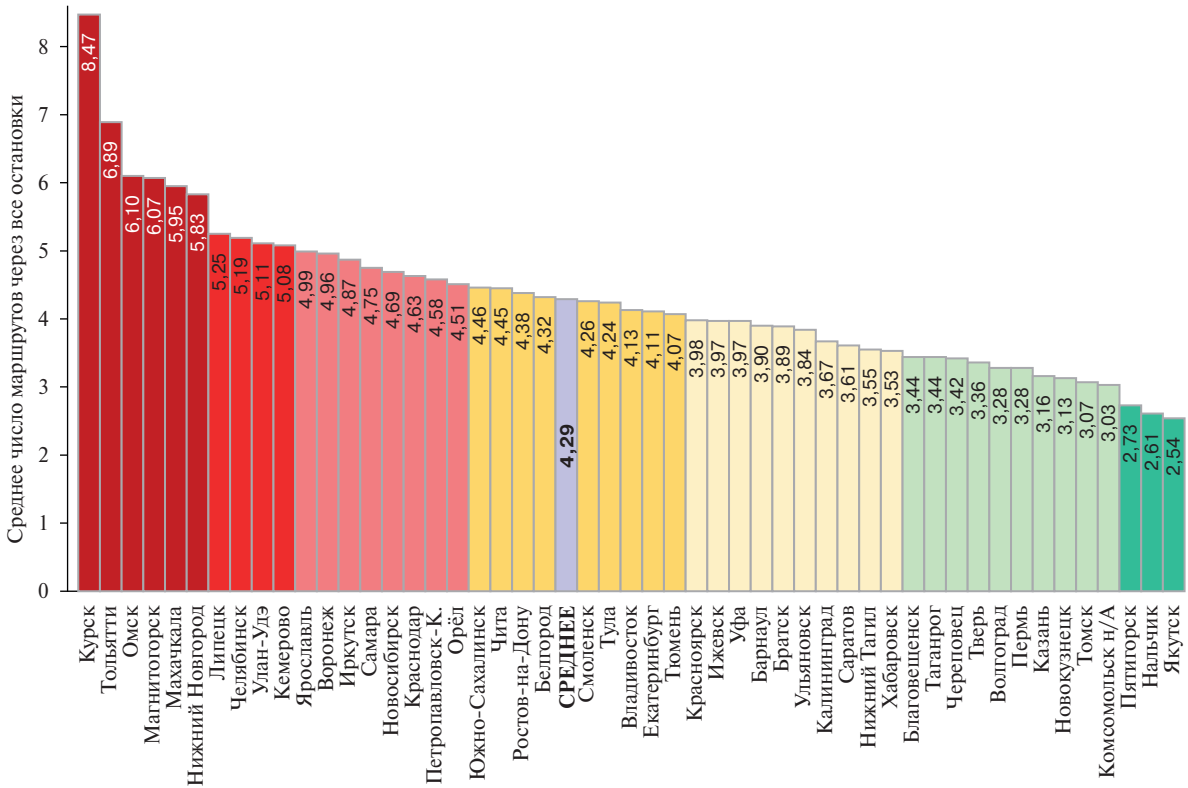

Рис. 8. Среднее число маршрутов во внутригородском сообщении через одну остановку в одном направлении для всех остановок сети

Таблица 8. Остановки в городах из выборки с наибольшим числом пропускаемых маршрутов массового пассажирского транспорта

№ п/п	Город	Наименование остановки	Количество пропускаемых маршрутов
1.	Курск	Красная площадь	61
2.	Курск	Улица Сонина	61
3.	Курск	Площадь Перекальского	54
4.	Курск	Садовая улица	54
5.	Курск	Драмтеатр имени А.С. Пушкина	54
6.	Курск	Улица Кирова	54
7.	Курск	Гостиница «Центральная»	54
8.	Курск	Дом книги	54
9.	Курск	Сумская улица	50
10.	Омск	Дом туриста	48

массового пассажирского транспорта (особенно приведенной к удельным значениям на 1 тыс. населения). Необходимость обслуживания большого числа маршрутов и существенный пассажиропоток при доминировании микроавтобусов малого класса (в Омске это более 1300 единиц, по данным реестра) приводит к избыточной интенсивности и «запруживанию» остановочных пунктов прибывающим транспортом. Так, в Махачкале средняя интенсивность прибытий на остановки по сети в целом составляет 52,8 автобуса в течение пикового периода (см. рис. 10), достигая максимальных значений на остановке «Агентство Аэрофлота» в 259 прибытий (примерно 4,13 автобуса в минуту или одно прибытие раз в 15 секунд) (табл. 9). Такие экстремальные значения неминуемо способствуют заторам на остановке и практикам высадки в 2–3 ряда.

В отдельных городах интенсивность прибытий низкая, но при этом доминируют автобусы классов «средний» и «большой» (например, в Твери они составляют почти 100%).

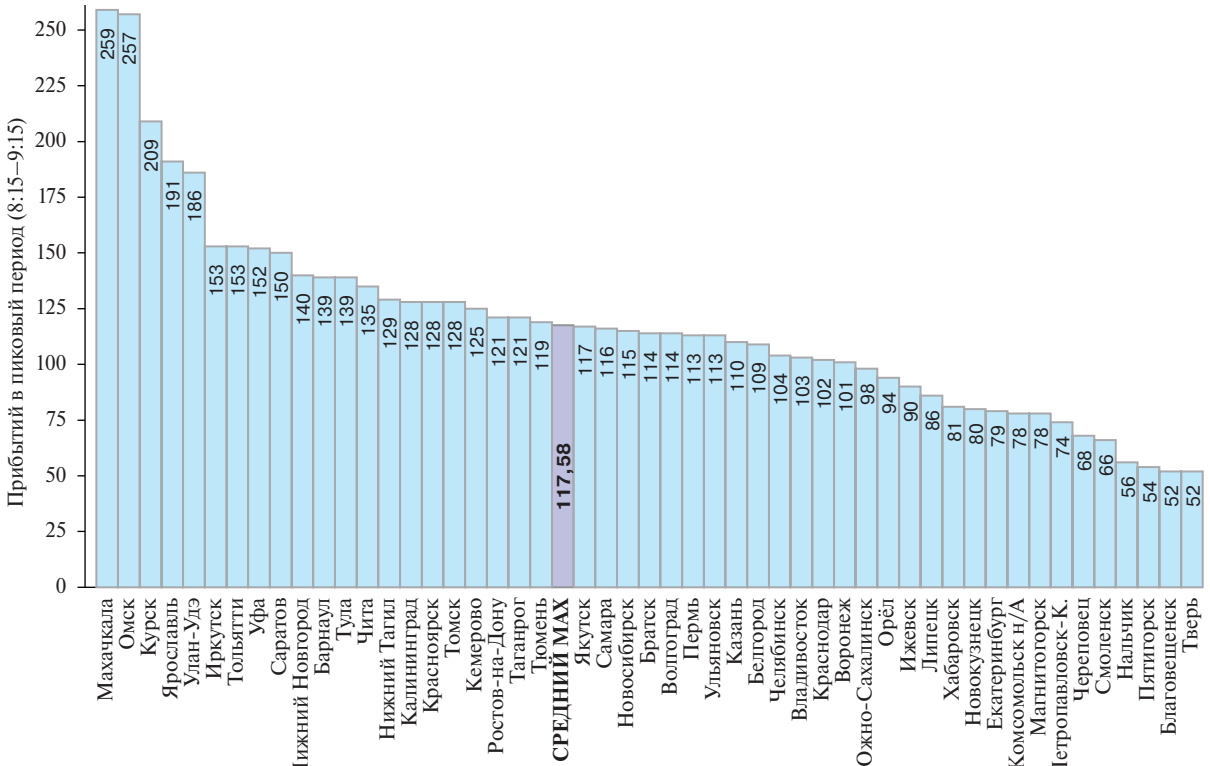

Рис. 9. Мах интенсивность движения массового пассажирского транспорта в одном направлении (прибытий на остановку в пиковый период 8:15–9:15)

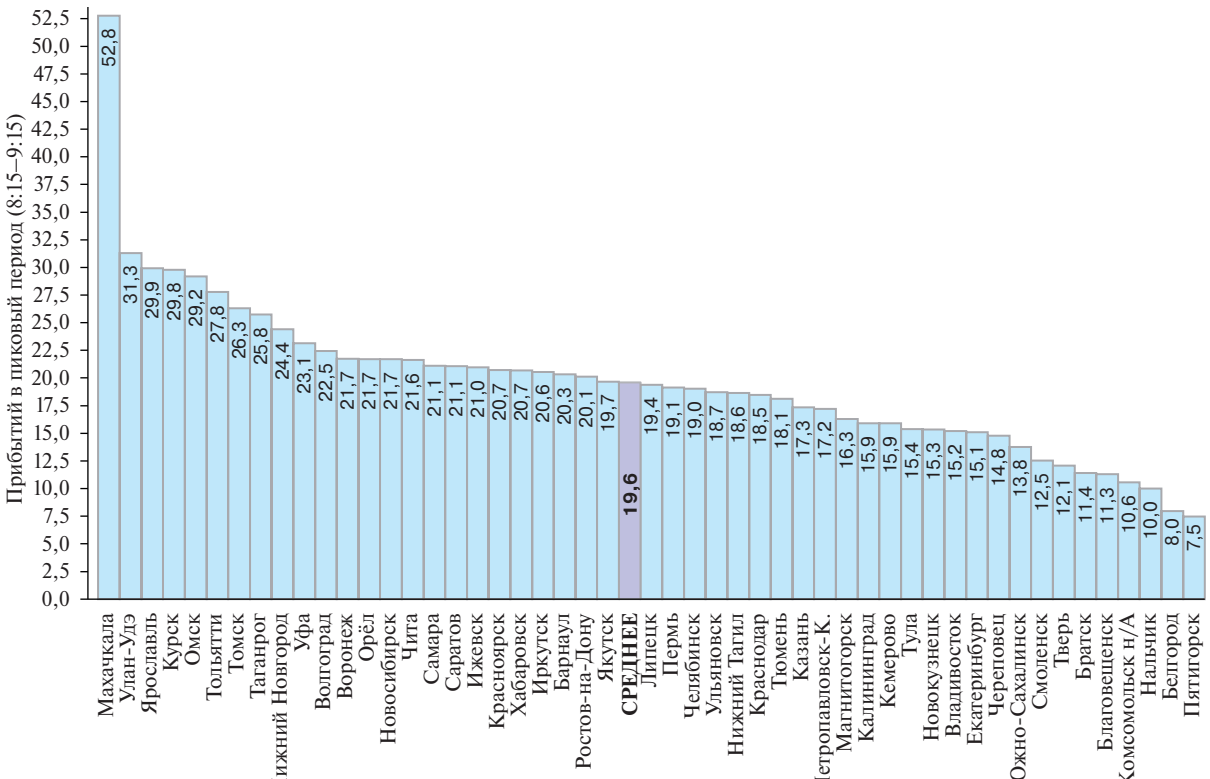

Рис. 10. Средняя интенсивность движения массового пассажирского транспорта в одном направлении (прибытий на остановку в пиковый период 8:15–9:15)

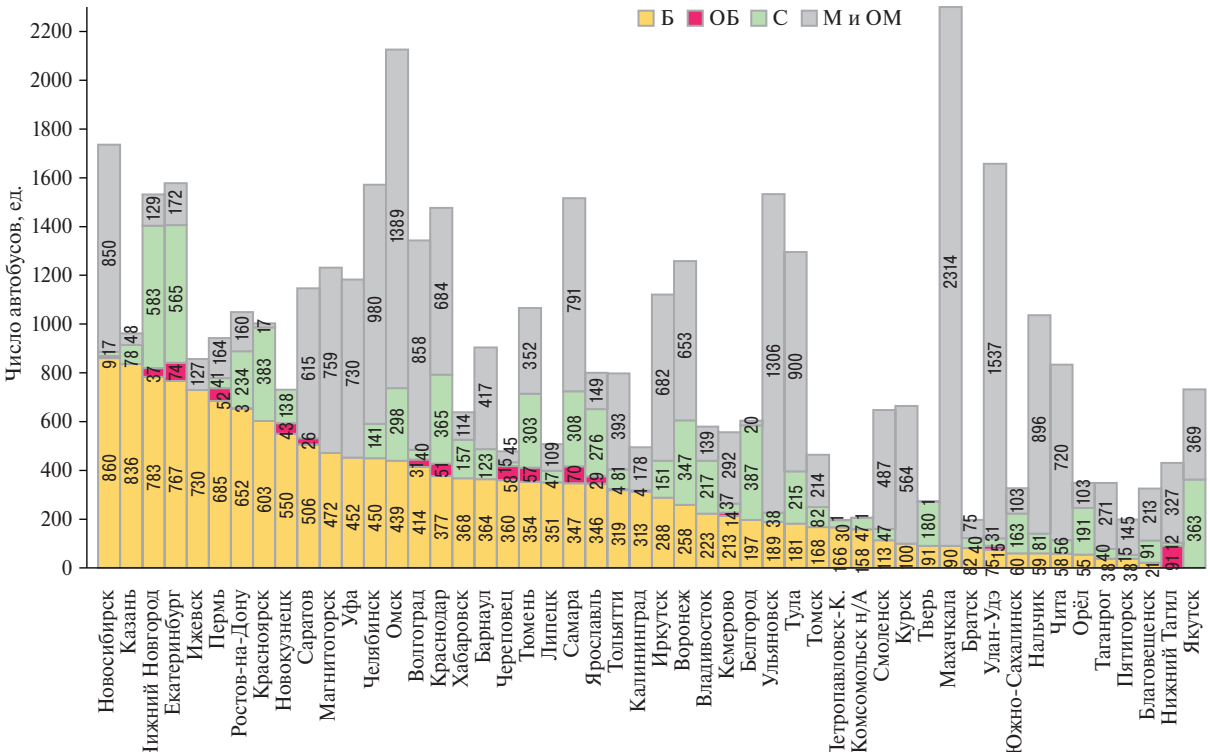

Рис. 11. Структура парка подвижного состава массового пассажирского транспорта по вместимости: Б — большой класс; ОБ — особо большой класс; С — средний класс; М и ОМ — малый и особо малый классы*

* Подробнее см. в табл. 6.

Таблица 9. Остановки в городах из выборки с наибольшей интенсивностью пропуска массового пассажирского транспорта

№ п/п	Город	Наименование остановки	Прибытий на остановку в пиковый период (8:15–9:15)
1.	Махачкала	Агентство Аэрофлота	259
2.	Омск	Дом туриста	257
3.	Омск	Госпиталь	256
4.	Махачкала	Каспийская	247
5.	Махачкала	Троллейбусный парк	244
6.	Махачкала	2-я линия	244
7.	Махачкала	МДБ	244
8.	Махачкала	1-я линия	236
9.	Махачкала	13-я линия	232
10.	Махачкала	Водокачка	232

2.3. Структура предложения

Доминирование в структуре предложения (заказа перевозок) транспортных средств малого класса по вместимости сохраняется для большинства городов из выборки, при этом особо выделяются Омск, Улан-Удэ и Ульяновск (см. рис. 11). В этих городах, согласно данным реестров, на маршрутах заказаны более 1000 единиц автобусов малого класса. Но даже такое их количество не идет ни в какое сравнение с Махачкалой, где, по данным реестра, в структуре заказа перевозок фигурируют 2314 (!) микроавтобусов для городских маршрутов (96,3% в структуре предложения по вместимости) (рис. 12).

В целом по стране наметилась тенденция к постепенному повышению класса вместимости подвижного состава в структуре заказа перевозок (прежде всего автобусов), что проявляется в переходе на транспортные средства среднего класса вместимости (см. табл. 6). Так, доля автобусов среднего класса составляет более 50% в предложении в Твери, Белгороде, Орле и Южно-Сахалинске. Более 80% предложения составляют транспортные средства большого класса вместимости в Казани, Ижевске и Петропавловске-

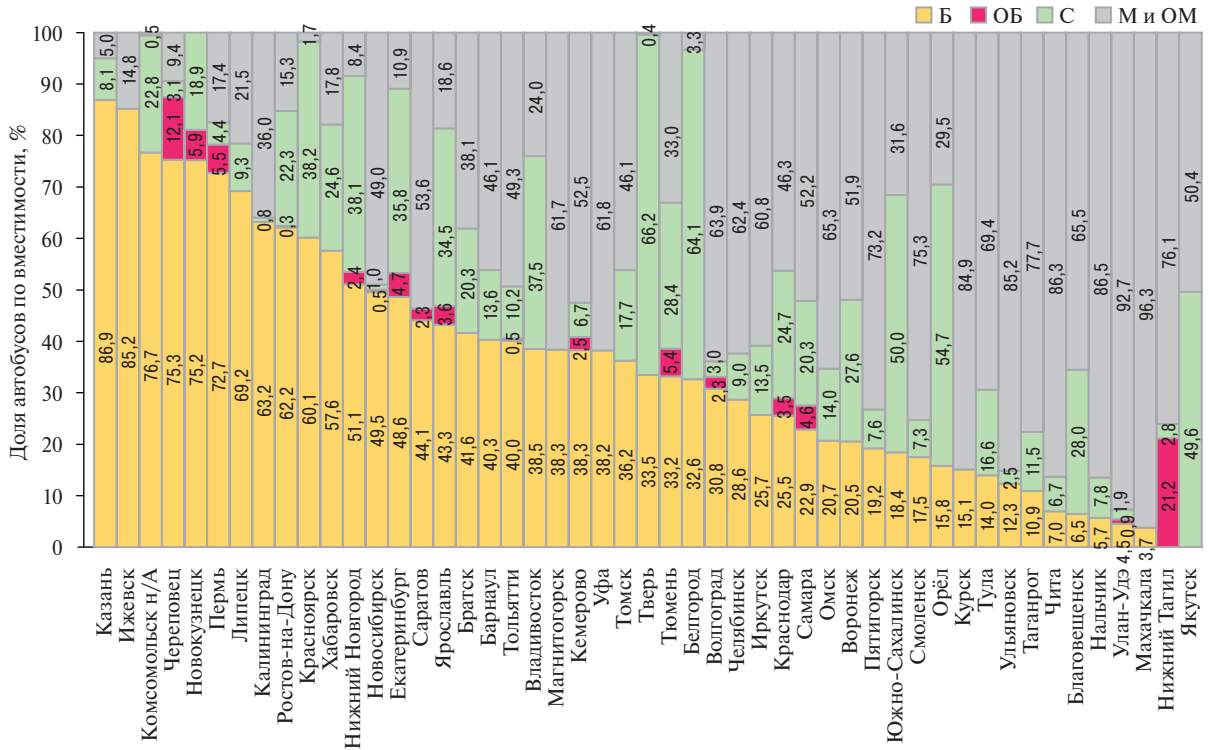

Рис. 12. Доля парка подвижного состава массового пассажирского транспорта по вместимости, %:
Б — большой класс; ОБ — особо большой класс; С — средний класс; М и ОМ — малый и особо малый классы*

* Подробнее см. в табл. 6.

Камчатском (доля этого класса превышает 50% предложения совокупно в 14 городах из выборки, в первую очередь за счет трамваев и троллейбусов). В Череповце и Нижнем Тагиле повышенная доля предложения транспортных средств особо большого класса вместимости, к которому отнесен выпуск трамвайных поездов из двух вагонов по СМЕ[7].

Если рассматривать вместимость парка массового пассажирского транспорта в целом по всем перевозчикам, то в 13 городах из выборки средняя вместимость составляет менее 45 мест (причем даже с учетом пассажирского электротранспорта, который относится только к классам «большой» и «особо большой», за счет его низкой доли в предложении). Такой результат означает доминирование автобусов малого и особо малого классов, что особенно выражено в Махачкале (рис. 13). Максимальная доля подвижного состава большого и особо большого классов на сегодняшний день зафиксирована в Череповце, Казани, Новокузнецке, Петропавловске-Камчатском и Ижевске.

При пересчете на вместимость подвижного состава (рис. 14) хорошо заметно, что в той же Махачкале этот параметр для пикового периода примерно одинаков с параметром Белгорода (около 26,4 тыс. мест). При этом в Белгороде, согласно реестру, такое предложение обеспечивается 604 единицами подвижного состава, а в Махачкале — 2404 единицами. Таким образом, предложение сопоставимого числа мест реализуется парком с количественной разницей подвижного состава в 1800 единиц (!).

При переходе к удельному показателю предложения на 1 тыс. населения в пересчете на вместимость со значительным отрывом максимальные значения зафиксированы в Петропавловске-Камчатском: 143 места на 1 тыс. населения в пиковый период (рис. 15). Очень высокие параметры предложения по вместимости также в Ярославле, Нижнем Новгороде и Новосибирске: более 100 мест на 1 тыс. населения в пиковый период (или одно место на 10 человек населения города). И если в Новосибирске и Нижнем Новгороде существенный вклад в эти объемы предложения вносит метрополитен (в Нижнем Новгороде работая с существенным профицитом),

[7] СМЕ — система многих единиц. Принцип сцепления вагонов рельсового транспорта, реализующий управление ими одним водителем из кабины командного вагона.

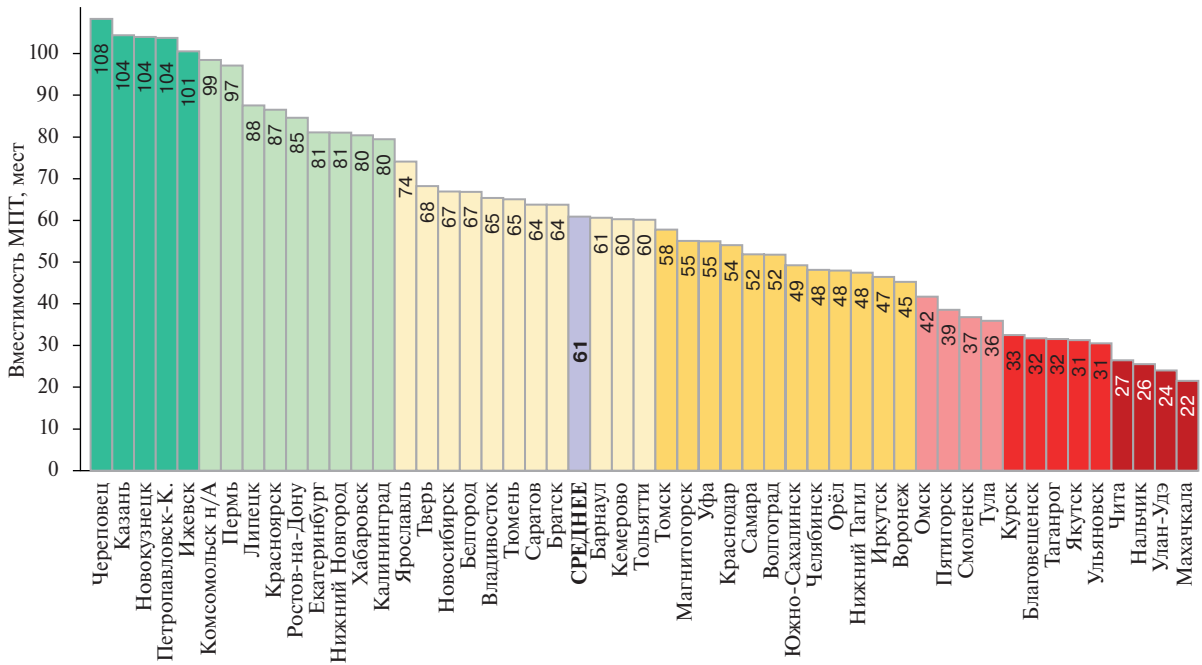

Рис. 13. Средняя вместимость всего парка массового пассажирского транспорта, мест

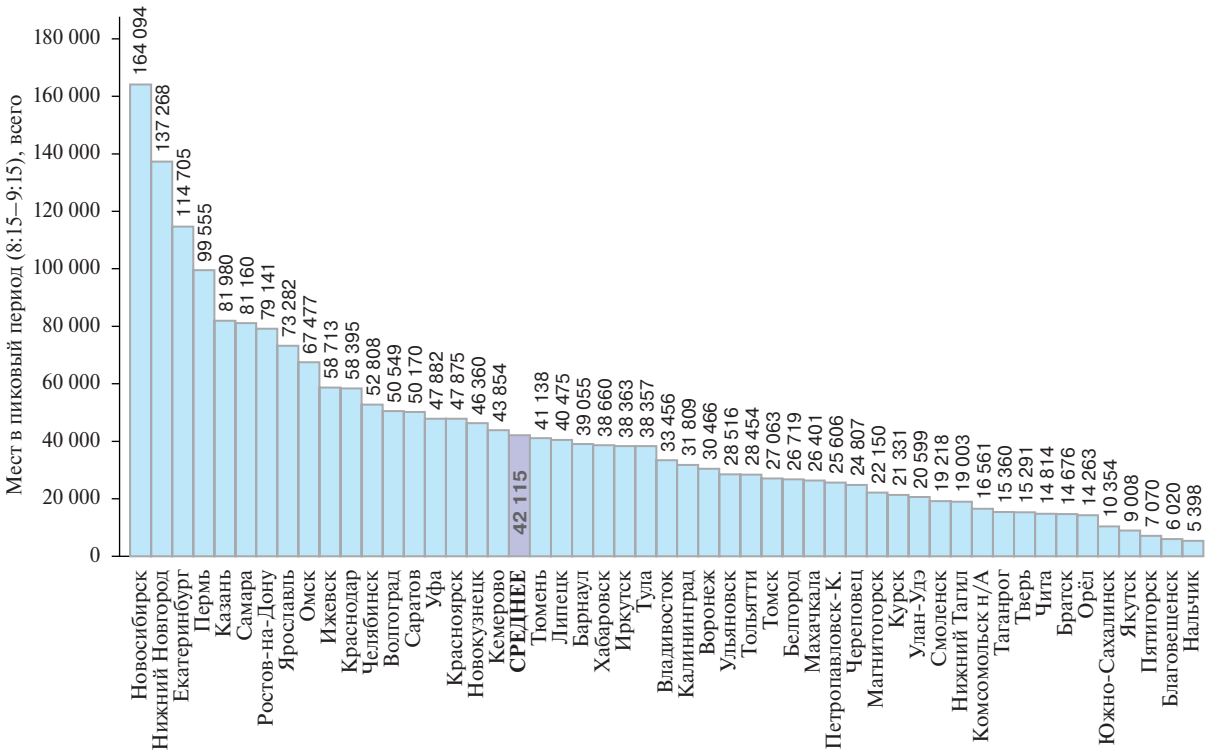

Рис. 14. Объем предложения (мест вместимости) в интегральной сети массового пассажирского транспорта в пиковый период (8:15–9:15), всего по сети

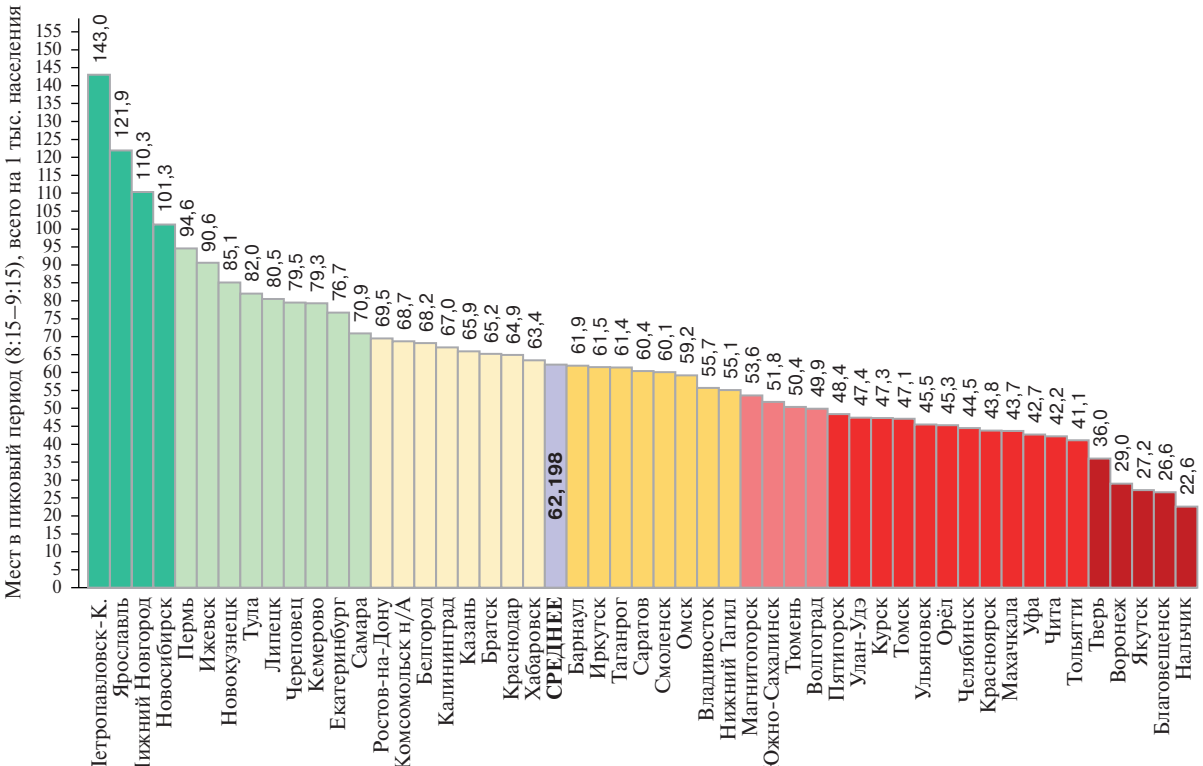

Рис. 15. Объем предложения (мест вместимости) в интегральной сети массового пассажирского транспорта в пиковый период (8:15–9:15), всего по сети удельно на 1 тыс. населения

то в Ярославле такой объем предложения действительно свидетельствует об очень высокой заложенной производительности системы массового пассажирского транспорта по предложению.

В разбивке по видам транспорта между рельсовым (трамваи и метрополитен) и безрельсовым (автобусы и троллейбусы) сегментами, максимальный объем предложения предоставляется первым (трамваями и метрополитеном) в крупных городах-миллионниках (рис. 16). Так, в Новосибирске, в первую очередь за счет высокой парности движения поездов метрополитена на Ленинской линии, объем предложения в пиковый период достигает 92,6 тыс. мест; в Екатеринбурге и Нижнем Новгороде — более 60 тыс. мест. Наименьший объем предложения в рельсовом сегменте формируется в городах с небольшими по протяженности сетями (Калининград, Владивосток, Ростов-на-Дону); в сетях с острым дефицитом подвижного состава или не обслуживающих центр города (Красноярск, Липецк, Курск, Ярославль), а также в сетях, в которых осуществляются временные перекрытия частей сети на период ремонтов (Таганрог, Орёл). В сегменте автобусов и троллейбусов наибольший объем предложения зафиксирован в Перми (83,7 тыс. мест), Нижнем Новгороде и Ростове-на-Дону (более 75 тыс.), а также в Новосибирске (71 тыс.). Среди городов без рельсового сегмента наибольшее предложение в Тюмени (более 41 тыс. мест автобусной системой); этот же показатель самый высокий и среди городов без сетей пассажирского электротранспорта вообще (без метрополитена, трамваев и троллейбусов). В ряде городов без метрополитена предложение трамваями больше, чем безрельсовым транспортом, но их всего три: Пятигорск, Нижний Тагил и Магнитогорск.

Если рассматривать удельные показатели на 1 тыс. населения (рис. 17), то объем предложения рельсовыми видами транспорта традиционно высок в городах с метрополитеном (наибольший объем предложения в Новосибирске — 57,2 места на 1 тыс. населения в пиковый период). Среди городов без метрополитена традиционно выделяются Магнитогорск, Нижний Тагил и Пятигорск (более 30 мест предлагается рельсовым транспортом на 1 тыс. населения в пиковый период). Менее 3 мест на 1 тыс. населения предлагается трамваями в Калининграде, Ростове-на-Дону, Владивостоке и Красноярске. Про имеющиеся проблемы в этих сетях упоминалось в предыдущих разделах. Обращает на

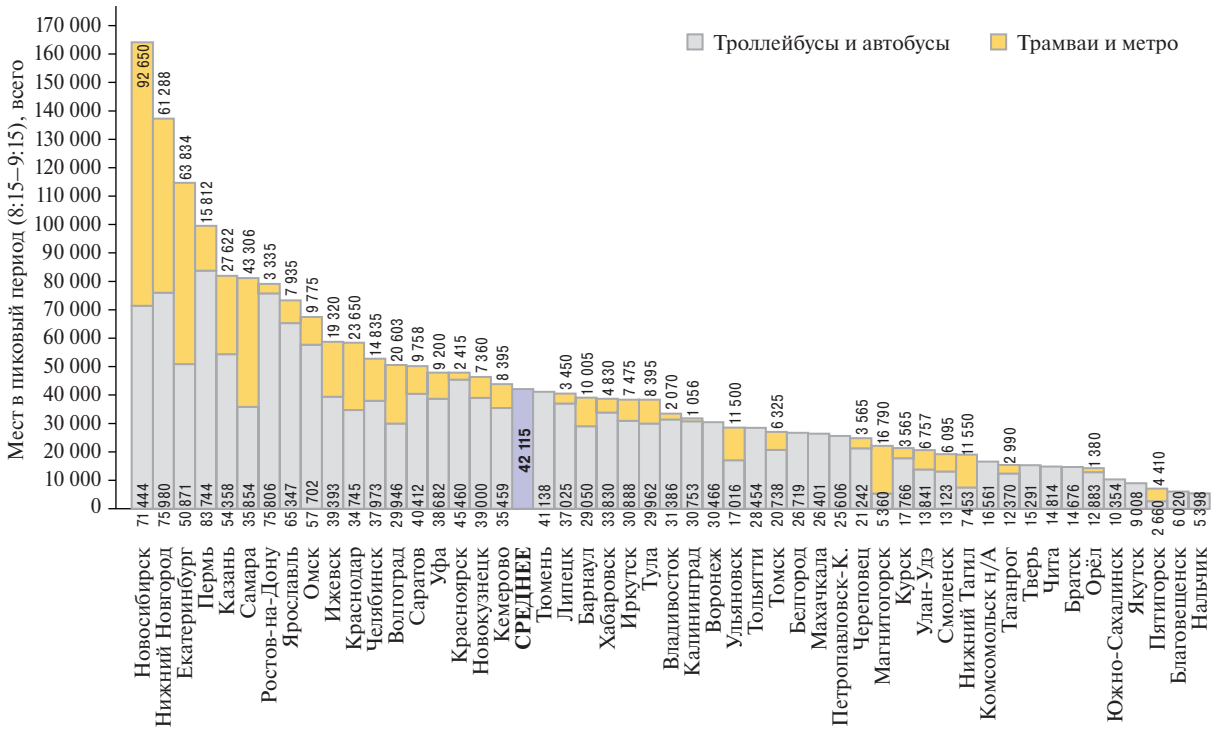

Рис. 16. Объем предложения (мест вместимости) в пиковый период (8:15–9:15), в разрезе отдельно рельсовых и безрельсовых видов транспорта

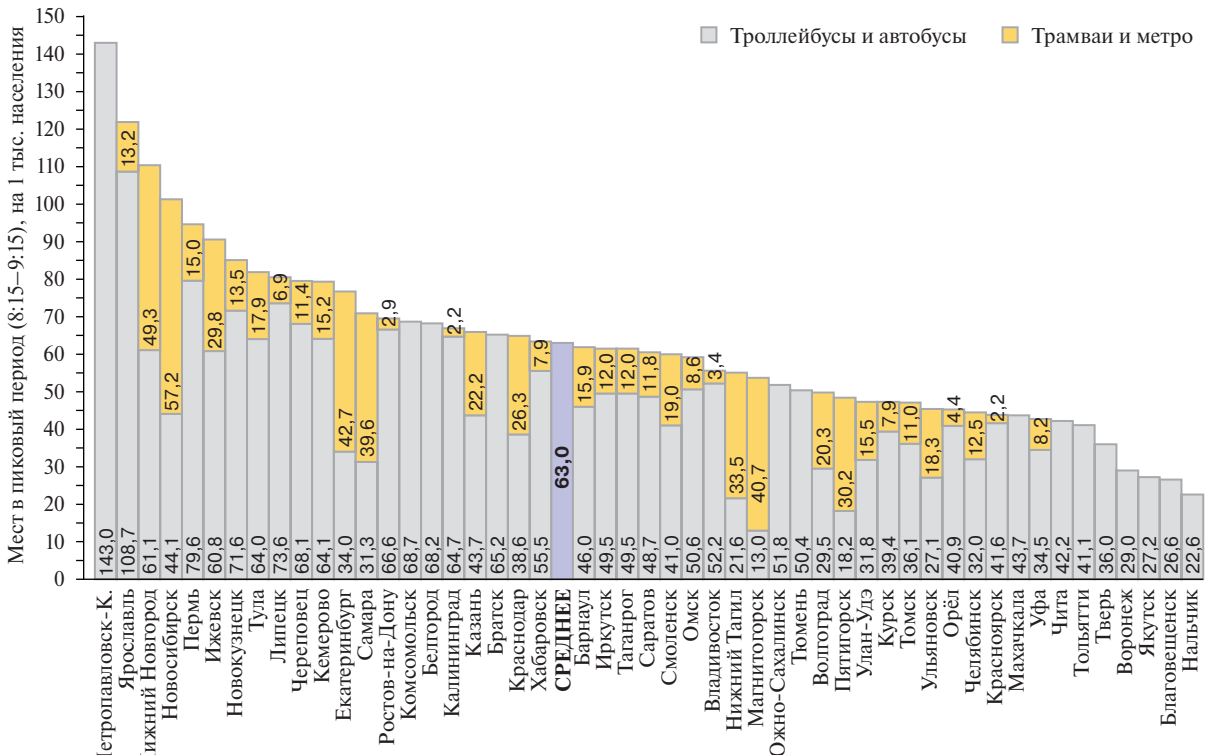

Рис. 17. Объем предложения (мест вместимости) в пиковый период (8:15–9:15) на 1 тыс. населения, в разрезе отдельно рельсовых и безрельсовых видов транспорта

себя внимание тот факт, что в Пятигорске предложение рельсовым транспортом на 1 тыс. населения почти в 2 раза больше, чем предложение автобусами, а в Магнитогорске — почти в 4 раза, что является крайне нетипичным для страны в целом. В этих городах трамвайные сети сохраняют роль доминирующих в системе заказа перевозок[8].

[8] Из-за ограниченности критериев отбора в выборку не вошли (за неимением трамваев) города с развитыми сетями троллейбусов, где доля этого электротранспорта так же существенна или даже превышает автобусную (Чебоксары, Рязань, Брянск, Иваново, Рубцовск, Стерлитамак, Мурманск, Киров).

3. ПОЛУЧЕННОЕ МОДАЛЬНОЕ РАСЩЕПЛЕНИЕ (MODAL SPLIT)

Modal Split по 50 городам России из выборки показывает, что для пассажирского электротранспорта (троллейбусных и трамвайных перевозчиков) в ряде случаев предложение остается неожиданно высоким, но в подавляющем большинстве случаев он все-таки существенно просел в структуре предложения (рис. 18). Так, в Нальчике предложение троллейбусами с автономным ходом составляет только 8,5%. Трамваями даже в ряде миллионников (Ростов-на-Дону, Красноярск) предлагается не более 5% перевозок, что является прямым следствием снятия ключевых трамвайных линий и ставит дальнейшую эффективность перевозок трамваями в прямую зависимость в первую очередь от повышения сетевого покрытия (строительства дополнительных линий).

В сети массового пассажирского транспорта в Магнитогорске более 75% предложения приходится на трамвайный сегмент, доля более 50% также определяется в Пятигорске (62%) и Нижнем Тагиле (60%). Среди крупных городов более 40% предложения на трамвайный сегмент приходится в большой четверке: Волгограде, Краснодаре, Ульяновске и Самаре (где совокупно с метрополитеном рельсовый сегмент формирует на рынке МПТ более 55% предложения по вместимости). В отдельных городах доля предложения трамваями очень низкая (от 3 до 11%). Причиной этого в большинстве случаев является утрата (снятие) ключевых по востребованности линий. Так, в Калининграде по мере демонтажа путей сетевое покрытие территории города снизилось с 15 маршрутов до единственного. Аналогичные причины имели место в Ростове-на-Дону (после утраты ключевой линии на Северный жилой массив до ул. Орбитальная). Во Владивостоке, Липецке и Казани на снижение предложения трамваями повлияли снятие линий и ухудшение доступности к ним в центральных частях этих городов, а в Красноярске — в межбережном сообщении через Енисей (особенно в направлении центра города через Коммунальный мостовой переход). Среди других причин: продолжающиеся временные ремонтные работы на мостовом переходе (Орёл), нехватка подвижного состава (Новосибирск) и др. В городах, где перевозки в рельсовом сегменте включают также метрополитены, совокупная

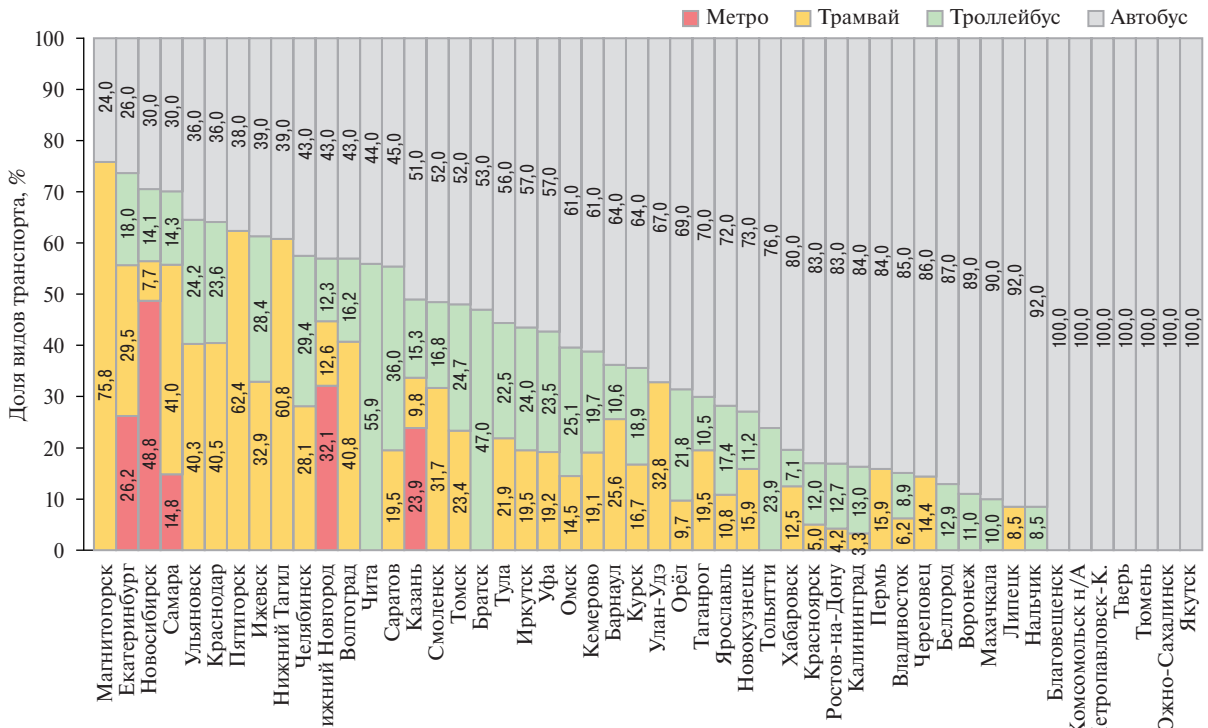

Рис. 18. Modal Split по предложению (сегмент массового пассажирского транспорта)

доля предложения трамваями снизилась из-за перевода трамвайной сети на подвозящий режим работы, особенно в Нижнем Новгороде и Новосибирске.

Среди метрополитенов объем предложения в сети ограничивается техническими особенностями (парностью движения) и длиной посадочных платформ. Все метрополитены вне столиц эксплуатируют посадочные платформы длиной от 100 до 106 м, способные принимать поезда в пятивагонной составности[1]. В Новосибирске по вместимости доля метрополитена (обе линии) в предложении системы МПТ составляет 49%. Далее следуют Нижний Новгород (32%) и Екатеринбург (26%). В Самаре доля предложения минимальна — 14%, что связано с сохраняющимся недостроем до центральных кварталов города[2]. Примечательно, что для сетей метрополитенов вышеперечисленные доли в ряде случаев показательно профицитные. Так, в Нижнем Новгороде в силу целого ряда причин метрополитен в предложении МПТ имеет долю в 32%, при этом по факту перевозя в 3 раза меньше — только 10–11% пассажиров (по состоянию на 2020 г.).

Троллейбусный сегмент более половины предложения формирует только в Чите и чуть меньше в Братске (47%). Более четверти предложения формируют троллейбусные маршруты в Саратове, Омске, Иркутске, Томске, Уфе, Тольятти, Челябинске, Ижевске, Ульяновске и Краснодаре.

Совокупно сегмент электрического транспорта формирует более чем на 50% структуру предложения МПТ в Чите (только троллейбусами), Магнитогорске, Пятигорске и Нижнем Тагиле (только трамваями), а также во всех городах с метрополитенами с максимальной долей в Екатеринбурге (73,9% совокупно на электротранспорт). Доля наземного электротранспорта (только трамваи и троллейбусы) формирует более 50% предложения в Челябинске, Саратове, Самаре, Волгограде, Ижевске и Краснодаре с максимальными значениями в Ульяновске (64,5 %).

---

[1] Составность рассчитывалась исходя из типовых габаритов вагонов.

[2] В 2022 г. развернуты подготовительные работы по продлению линии на 3 км в центр города (до ст. «Театральная»).

4. ИНТЕГРАЛЬНЫЙ РЕЙТИНГ МАССОВОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

Для фиксирования итогов достигнутых улучшений в сегменте массового пассажирского транспорта с выводом интегральной оценки по сумме баллов (рейтинга) учтены параметры в пяти комплексах показателей: 1) инфраструктура (RoW); 2) средняя вместимость подвижного состава всех видов транспорта; 3) задублированность маршрутной сети; 4) удельный объем предложения и 5) его модальное расщепление на электротранспорт (табл. 10).

Таблица 10. Параметры для отбора в интегральный рейтинг

№ п/п	Наименование показателя	Раздел	Кодировка
1.	Средняя вместимость подвижного состава, мест	Транспортный	21 (N)
2.	Протяженность всех типов выделенных полос и улучшенной трамвайной инфраструктуры (RoW), км	Транспортный	22 + 23
3.	Задублированность маршрутной сети (среднее значение для всей сети)	Транспортный	25 (BB)
4.	Объем предложения массовым пассажирским транспортом (в пересчете на вместимость, с учетом расписаний, на 1 тыс. населения)	Транспортный	29 (BH)
5.	Доля электротранспорта в заказе перевозок, %	Транспортный	31 (BV)

Интегральный рейтинг позволил определить группу из семи лидеров с количеством баллов более 170; за счет применения удельных показателей влияние численности населения городов минимизировалось (табл. 11). Так, среди группы лидеров максимальное число баллов, сложившихся из преимуществ в разных сегментах, накоплено в Казани и Екатеринбурге (212 и 203 балла соответственно). В эту группу также вошли два города с численностью населения 500–600 тыс. человек (Ижевск и Новокузнецк).

Наименьшее количество баллов получено при анализе параметров в Махачкале (25). Один из оценивавшихся параметров (доля пассажирского электротранспорта в заказе перевозок), безуслов-

но, оказал влияние на итоговое распределение в рейтинге для городов без пассажирского электротранспорта и метрополитена. Однако в группе с минимальным рейтингом в трех городах (Махачкале, Воронеже и Нальчике) минимальные баллы получены даже с учетом эксплуатации там трамваев и троллейбусов.

Таблица 11. Интегральный рейтинг городов из выборки (в баллах)

Наименование города	21 (N)	22 + 23	25 (BB)	29 (BH)	31 (BV)	Итоговое количество баллов
Казань	49	50	44	33	36	212
Екатеринбург	40	49	26	39	49	203
Новокузнецк	48	35	45	44	21	193
Новосибирск	34	48	15	47	48	192
Ижевск	46	28	30	45	43	192
Пермь	44	37	43	46	15	185
Нижний Новгород	39	47	6	48	40	180
Череповец	50	23	40	41	13	167
Саратов	30	38	35	26	37	166
Самара	21	39	14	38	47	159
Барнаул	28	44	31	29	27	159
Волгоград	20	40	42	18	39	159
Хабаровск	38	34	37	30	19	158
Краснодар	22	41	16	31	45	155
Нижний Тагил	16	32	36	22	42	148
Ростов-на-Дону	41	30	21	37	17	146
Магнитогорск	24	45	4	21	50	144
Ярославль	36	24	11	49	22	142
Красноярск	42	43	28	10	18	141
Ульяновск	5	42	33	13	46	139
Калининград	37	14	34	34	16	135
Тула	10	25	24	43	32	134
Кемерово	27	29	10	40	28	134

Окончание табл. 11

Наименование города	21 (N)	22 + 23	25 (BB)	29 (BH)	31 (BV)	Итоговое количество баллов
Пятигорск	12	13	48	17	44	134
Томск	25	15	46	14	34	134
Липецк	43	31	7	42	8	131
Комсомольск-на-Амуре	45	0	47	36	0	128
Братск	30	0	32	32	33	127
Челябинск	18	46	8	11	41	124
Белгород	33	20	22	35	12	122
Таганрог	7	22	39	27	23	118
Уфа	23	27	30	8	30	118
Петропавловск-Камчатский	47	0	17	50	0	114
Смоленск	11	16	23	25	35	110
Владивосток	32	12	25	23	14	106
Иркутск	15	18	13	28	31	105
Омск	13	33	3	24	29	102
Тюмень	31	19	27	19	0	96
Орёл	17	17	18	12	24	88
Курск	9	36	1	15	26	87
Тверь	35	0	41	5	0	81
Улан-Удэ	2	26	9	16	25	78
Чита	4	0	20	7	38	69
Южно-Сахалинск	19	10	19	20	0	68
Тольятти	26	11	2	6	20	65
Воронеж	14	21	12	4	11	62
Нальчик	3	0	49	1	9	62
Якутск	6	0	50	3	0	59
Благовещенск	8	0	39	2	0	49
Махачкала	1	0	5	9	10	25

5. РЕКОМЕНДАЦИИ

На пути дальнейших улучшений систем массового пассажирского транспорта, безусловно, предстоит еще большая работа. По мере преодоления организационных и управленческих несовершенств в практиках заказа перевозок (не рассматриваемых отдельно в нашем докладе) остается два ключевых взаимосвязанных направления, требующих особого внимания: 1) обновление подвижного состава и 2) реализация эволюционных новых качеств в инфраструктуре. И если загрузка отечественных предприятий машиностроения производством транспортных средств и их сбыт видятся как вполне достижимая цель в обозримом будущем (с определенными оговорками по ситуации с первых месяцев 2022 г.), то с инфраструктурной компонентой ситуация обстоит гораздо сложнее. Прогресс здесь сдерживают недостаточные компетенции в транспортном планировании в целом. Например, на рис. 6 показано, что на 600-тысячный г. Владивосток имеется только 300 м выделенной полосы, что невозможно представить в сопоставимых по численности населения городах ЕС. Такое положение дел с выделенными полосами в столице Приморья не может быть объяснено дефицитом средств. Хроническое недофинансирование в сегменте пассажирского электротранспорта уже третье десятилетие подряд входит в прямое противоречие с изначально заложенными в нем функциями обслуживания наиболее востребованных направлений перевозок. В конечном итоге мы имеем следующее:

— метрополитены, которые не проложены в центр города (Самара) или перевозят треть от возможных объемов с экстремальной убыточностью (Нижний Новгород);

— на улицах наших городов демонтируются трамвайные линии, вместо которых организуются по 35–40 маршрутов автобусов с доминированием микроавтобусов африканского типа (как, например, произошло на ул. Дзержинского в Курске);

— длительное время не реализуются выделенные полосы (например, вплоть до 2021 г. они вообще отсутствовали в Нижнем Новгороде).

Принимая во внимание все вышеперечисленное и с учетом современных реалий, дальнейшее развитие массового пассажирско-

го транспорта в городах России будет зависеть от направленности трансформаций в трех ключевых компонентах:

1) компонент градостроительного развития,

2) компонент финансирования и заказа перевозок,

3) компонент технологического (инфраструктурного) развития.

Компонент градостроительного развития предполагает увязку планирования застройки территории с возможностями по ее транспортному обслуживанию, исходя из потенциальной численности новоселов, размещения площадок застройки и других факторов. Это означает, что такая модель должна быть способна налагать ограничения на объемы застройки по транспортным основаниям (например, по основанию PTAL), а также определять ситуации, при которых запланированные объемы жилищного фонда потребуют обязательных инвестиций в инфраструктуру массового пассажирского транспорта (подобный опыт, например, реализуется в Тюмени) как составной части девелоперских проектов. В первую очередь речь идет об организации отстойно-разворотных площадок (конечных для маршрутов) и остановочных пунктов с должным уровнем их обустройства (прежде всего павильонами от непогоды).

Компонент финансирования и заказа перевозок должен исключить несовершенные и демонстрирующие годами свою непригодность механизмы, предложить им альтернативу. В числе прочего речь идет о корректировке схемы компенсации выпадающих доходов за перевозку пассажиров (в том числе льготных категорий); сокращении перечня категорий лиц, которым предоставляются льготы на пользование МПТ; изменении применяемого подхода к тарификации электроэнергии для предприятий электротранспорта с целью их переквалификации из категории промышленных потребителей с повышенными тарифами. Выработанный механизм федерального софинансирования МПТ через инфраструктурные кредиты ВЭБ.РФ в настоящее время обкатывается в Таганроге на реконструкции его трамвайной сети. В дальнейшем неизбежно потребуется распространять этот опыт для большинства трамвайных сетей.

В *компоненте технологического* (*инфраструктурного*) *развития* массового пассажирского транспорта необходимо учитывать перспективы транспортного машиностроения и развития технологий в целом, в том числе перспективы топливно-энергетического баланса. Это означает, что существующая и возводимая инфраструк-

тура должна быть приспособляемой (либо снабжаться техническими заделами) под использование транспортными средствами с отличной от распространенной ныне системой управления и энергоснабжения[1]. Именно это обстоятельство обусловливает необходимость упора на сети пассажирского электротранспорта, которые используют универсальный источник энергии, уже существуют и могут поддерживаться. В подавляющем большинстве городов России (за крайне редким исключением), если не расширять применение механизма инфраструктурных кредитов, сети пассажирского электротранспорта будут неминуемо утрачены (замещены автобусами низких классов или ничем[2]). Перелом указанной проблемы для российского МПТ, вне всякого сомнения, необходим и рано или поздно наступит. Но вместе с тем очевидно и то, что оптимизация операционной деятельности существующих систем с их устаревшей инфраструктурной базой имеет пределы[3], по достижении которых потребуются инвестиции уже в инфраструктуру более современного технологического уклада, а также в кадры для транспортного планирования.

5.1. Парадигмы развития массового пассажирского транспорта

Отток пассажиров является системной проблемой, однако следует признать, что в России, в условиях повсеместного преобладания застройки типа TOD, альтернативы обобществленным перевозкам не существует и маловероятно ее исчезновение в будущем. Исходя из этого, реальны две потенциальные модели дальнейшего развития массового пассажирского транспорта:

---

[1] Под этим в первую очередь понимается техническая реализация схем электрической подзарядки.

[2] По нашим наблюдениям, за последние 20 лет демонтируемые трамвайные линии примерно в половине случаев замещались строительством магистральных трубопроводных сетей коммунальщиками, поскольку технические зоны трамвайных линий требуют особых условий по выносу коммуникаций и удобно приспосабливаются для их же беспрепятственной прокладки.

[3] В Самаре уже 25 лет единственная линия метрополитена по-прежнему не достроена до центра. В отдельные годы на метрополитен затрачивается четверть всех бюджетных расходов на городской транспорт Самары, при этом его доля в перевозках не превышает 6,9% (по состоянию на 2020 г.).

1) инерционная (краткосрочная),
2) умеренно инновационная (долгосрочная).

Инерционная модель предполагает сохранение практикующихся подходов к финансированию, управлению и стратегическому планированию, при котором массовый пассажирский транспорт и в дальнейшем будет рассматриваться вне зависимости от формы собственности как инструмент поддержки социально незащищенных слоев населения (пенсионеров, инвалидов, учащихся). В рамках такой модели указанные отношения будут сохранены на муниципальном транспорте, а по мере его исчезновения будут перекладываться на коммерческих перевозчиков. Вне зависимости от формы собственности, МПТ постепенно трансформируется во вспомогательный элемент транспортной системы. В некоторых городах Дальневосточного федерального округа такие тенденции уже наблюдаются. Реализация инерционной модели предполагает, что дальнейшее совершенствование механизмов управления, финансирования и планирования МПТ произойдет, но ограничится поддержанием уровня и объема предоставляемых услуг у определенного минимального предела, не требующего качественного инфраструктурного перехода всей местной системы МПТ.

При инерционной модели развития следует ожидать вытеснения МПТ на периферию Modal Split, усиления его мономодальности, выражающегося в ускоренной ликвидации сетей пассажирского электротранспорта (прежде всего троллейбусного) и ликвидации большинства трамвайных хозяйств, поскольку перевозки сетями трамвая с высокой долей в общем потоке без приоритета RoW-C (как, например, в Иркутске) не имеют преимуществ относительно автобусных, но при этом более затратны в существующем виде. Обозначенный переход может быть ускорен за счет пролонгации программ субсидирования автопроизводителей и сбыта отечественных автобусов на газомоторном топливе[4]. Прилагаемые самими муниципалитетами усилия по улучшению работы МПТ по такой модели будут сосредоточиваться на продолжении инвестирования в автодорожное строительство и во внеуличные виды транспорта, прежде всего в пригородные электропоезда, а также в достройку заложенных еще в советское время линий ме-

[4] Постановление Правительства РФ от 25 апреля 2018 г. № 504.

трополитена (без строительства новых), после чего эта инерция начатых советских заделов окончательно иссякнет. Тенденция перераспределения пропускной способности УДС в пользу индивидуальных транспортных средств в большинстве городов переломлена не будет. В результате по мере все более критического насыщения улично-дорожной сети автомобилями будут возводиться новые элементы УДС (а не МПТ с высокими показателями RoW), а пригородные субурбии (по опыту Белгорода) будут становиться все более распространенным явлением.

Инерционная модель развития транспортных систем городов России, в случае ее реализации, будет иметь больше элементов нового технологического уклада, нежели имевшие место ранее сходные процессы в других странах (прежде всего в США). Следует ожидать более значительной доли в Modal Split общественного транспорта индивидуального пользования за счет возникновения отрасли беспилотных транспортных средств (БТС): carsharing, carpooling, HOV — инструменты, эксплуатация которых будет осуществляться с бóльшим элементом упорядоченности трафика и под управлением разноинтегрированных интеллектуальных транспортных систем (ИТС). Прогресс в информатизации транспорта позволит населению несравнимо более эффективно, нежели ранее, эксплуатировать даже индивидуальные транспортные средства, которые потенциально также встраиваемы в качестве одного из составных элементов в MaaS. Таким образом, инерционная модель предполагает более длительное консервирование уже существующих трендов в транспортных системах городов, где МПТ сохранится как рынок сбыта с господдержкой отечественных автобусов и в качестве элемента социальной инфраструктуры, но не более. Конечным итогом такого развития будут являться низкопроизводительные автобусные и троллейбусные сети с низким RoW, а также гипертрофированный сегмент пассажирского транспорта индивидуального пользования.

В более общем виде инерционную модель можно описать так: приспособление города и существующего в нем МПТ к потребностям[5] переходящего на транспортное самообслуживание населения в условиях информатизации. Инерционная модель развития будет неизбежно реализовываться в городах России повсемест-

[5] В первую очередь в виде ресурсов пропускной способности местной УДС.

но до тех пор, пока не исчерпаются ресурсы для автодорожного строительства и субурбанизации. В зависимости от местных градостроительных условий такой сценарий может продлиться и 5, и 20 лет, после чего развитие неизбежно повторно подступит к варианту умеренно инновационной модели.

Умеренно инновационная модель предполагает более существенный пересмотр применяемых подходов к финансированию, управлению и стратегическому планированию, при котором массовый пассажирский транспорт вне зависимости от формы собственности будет рассматриваться как равноправный, а в отдельных случаях — как системообразующий элемент местной транспортной системы. В рамках такой модели сложившиеся отношения будут пересматриваться в направлении реконструкции, расширения инфраструктуры МПТ, в том числе имеющихся местных его видов. Вне зависимости от формы собственности, МПТ постепенно трансформируется из вспомогательного элемента транспортной системы обратно в системообразующий (на основе рельсовых видов транспорта). Реализация умеренно инновационной модели предполагает, что дальнейшее совершенствование механизмов управления, финансирования и планирования МПТ не ограничится поддержанием уровня и объема предоставляемых услуг у определенного предела, а будет сопровождаться дальнейшим качественным инфраструктурным переходом всей местной транспортной системы с повышением доли массового пассажирского транспорта в Modal Split до пределов, реально отражающих характер местной застройки типа TOD, имеющей значительную долю градостроительно освоенной территории (BuA)[6].

При умеренно инновационной модели к качественному инфраструктурному переходу может быть в наибольшей степени восприимчив существующий автобусный и троллейбусный транспорт. Инвестиции в развитие автобусных коридоров с приорите-

---

[6] Конечно, здесь следует оговориться, что не может быть и речи о выходе к показателям начала 1990-х годов по объемам перевозок МПТ, когда вследствие популистского ввода обширных льгот (не без некоторой манипуляции с отчетностью) наблюдались поистине экстремально высокие значения густоты перевозок. Так, в отдельные годы по густоте перевозок троллейбусная сеть в Туле превышала даже показатели метрополитена Санкт-Петербурга, что, мягко говоря, не добавляло привлекательности условиям таких перевозок.

том в ряде крупных городов, отказавшихся от трамваев или всего электротранспорта, позволяют реализовать «инфраструктурный кешбэк» в виде обратного перераспределения накопленных в 2010-е годы инвестиционных ресурсов в развитие в городах УДС за счет применения на ней выделенных полос (а в последующем и их отчуждения для более высоких классов приоритета, вплоть до RoW-A, RoW-B1)[7]. Хорошим примером здесь является ситуация, складывающаяся с коридором на просп. Октября в Уфе, где после снятия трамвайной линии он был расширен до 4 + 4 полос движения, а ныне рассматривается как основной для прокладки новой линии трамвая или скоростных автобусов с отчуждением 1 + 1 полос движения обратно в пользу МПТ.

«Умеренность» сценария заключается в приспособлении[8] для транковых перевозок существующей части автобусных сетей, а не видов МПТ с более дорогостоящей узкоспециализированной инфраструктурой. Так, ввод скоростных автобусов, движущихся по выделенной полосе, может быть осуществлен постепенно, на основе местной автобусной сети (с последующим повышением качества ее услуг на магистральных направлениях за счет организационных поступательных мероприятий). Ввод же сети трамваев (и тем более метрополитенов) потребует создания узкоспециализированной инфраструктуры (фактически новой отрасли городского хозяйства), что в российских условиях 2022 г. недостижимо по финансовым причинам[9]. При неизменности в ближайшие десятилетия общей экономической ситуации потребные объемы инвестиций в сети метрополитенов и трамваев будут продолжать оставаться сдерживающим фактором или могут стать вовсе недоступными для муниципалитетов.

---

[7] По типу введенных в 2008 г. в Сямыне и в 2010 г. в Чэнду первых в мире систем BRT с инфраструктурой классов RoW-A. См.: *Ryzhkov A., Zyuzin P.* Urban Public Transport Development: Trends and Reforms // Transport Systems of Russian Cities. Ongoing Transformations / ed. by M.Y. Blinkin. Cham: Springer, 2016. Ch. 3. P. 67–99.

[8] В том числе для прокладки автобусных полос по землеотводам бывших в эксплуатации линий трамваев и железных дорог.

[9] На протяжении последних 35 лет проекты и планы строительства трамвайных сетей, скоростных трамваев и метрополитена содержатся в генеральных планах большинства городов, в том числе тех, где никогда не было пассажирского электротранспорта вообще.

Умеренно инновационная модель развития транспортных систем городов России, в случае ее реализации, будет иметь больше элементов нового технологического уклада. Следует ожидать, что само понятие «автобусы» будет менее ассоциировано с конкретным типом энергоносителя, типом управления и характеристиками инфраструктуры, поэтому может рассматриваться в дальнейшем как возвратная унификация наземного безрельсового МПТ, вызванная прогрессом в технологиях передачи энергии[10].

Таким образом, умеренно инновационная модель предполагает более скоротечное (по российским меркам) преодоление изъянов существующих моделей финансирования, управления и планирования с последующим переходом в качественную составляющую прироста доли Modal Split в пользу МПТ.

В более общем виде умеренно инновационную модель можно описать так: интенсификация использования накопленной в городе транспортной инфраструктуры за счет перераспределения ее ресурсов в пользу МПТ и менее требовательных к пространству практик автомобилепользования. По состоянию на 2017 г. в России указанная модель в части развития инфраструктуры реализуется только в Москве и Казани; в ограниченном числе других городов (Санкт-Петербург, Ростов-на-Дону, Пермь, Белгород, Тверь и др.) возникли некоторые ее предпосылки. Во всех остальных случаях инфраструктурная составляющая МПТ качественных переходов не проявляет, особенно в сравнении с городами группы развивающихся стран[11].

Обе модели учитывают векторы развития транспортной инфраструктуры и транспортного машиностроения. Переход к целевой модели для всех крупных городов страны не сможет быть одномоментным и потребует от 4 до 15 лет. И инерционная, и умеренно

---

[10] Прогресс в технологиях беспроводной передачи электроэнергии будет способствовать дальнейшему переводу автобусов на аккумуляторы, что подразумевает частичный демонтаж воздушных контактных сетей существующих троллейбусных линий в России. В зарубежных странах (прежде всего в КНР, США, странах ЕС и некоторых других) начиная с 2014 г. происходит интенсивный прирост парка электрических транспортных средств. В том же Китае введено в эксплуатацию (и образует в недалеком будущем рынок бывшей в употреблении техники) более 100 тыс. электрических автобусов.

[11] Прежде всего городами КНР, Ирана, Бразилии, Индии, Турции и стран Юго-Восточной Азии.

инновационная модели в зависимости от инвестиционных и компетентностных возможностей регионов могут осуществляться параллельно с различным балансом. При этом массовый переход в перспективе к умеренно инновационному сценарию развития неминуем и целесообразен к принятию в качестве приоритетного уже сегодня. Это означает, что уже сложившаяся система расселения крупных городов России включает обширные высокоплотные зоны застройки типа TOD, которые даже в условиях субурбанизации могут быть обслужены только системами массового пассажирского транспорта. Качество жизни в таких локациях будет находиться в прямой взаимосвязи именно с доступностью МПТ. Для наиболее обеспеченных городов выход на умеренно инновационную модель возможен не ранее чем через 5 лет при инвестициях в BRT и не ранее чем через 10–15 лет при ориентации на развитие местного транспорта на основе LRT с курсом на достройку позднесоветских заделов в метрополитенах.

Ускорить этот процесс можно было посредством либерализации рынка транспортного планирования[12], а также федеральных и международных грантов на софинансирование комплексных проектов массового пассажирского транспорта. За рубежом программы национального уровня[13] по финансированию проектов в области пассажирского транспорта общего пользования применяются уже длительное время. Нормальной считается практика,

---

[12] Отечественные институты транспортного планирования существуют в сильном отрыве от международного опыта и в значительной степени продуцируют формальные документы, переутверждающие длительно нереализуемые местные транспортные проекты (без пересмотра их целесообразности). В сильно упрощенном виде можно сказать, что большинство генеральных планов крупных городов России предписывают возводить новые дороги для автомобилей и линии метрополитенов (скоростных трамваев). Как показал опыт КНР, в течение 5 лет в стране возможно создать при отсутствии компетенций современные транспортные системы при помощи иностранных консультантов (ADB, UITP), которые опираются на реальные инвестиционные возможности, а не на иллюзорные линии метрополитена и скоростных трамваев.

[13] В США (с 1960-х годов), Великобритании, Франции (Transports collectifs en site propre с 2009 г.), Германии (Gemein de verkehr sfinanzierungsgesetz с 1971 г.), Бразилии (Programa de Aceleração do Crescimento и Programa de Infraestrutura de Transporte e da Mobilidade Urbana (Pró-Transportes) с 2007 г.), Мексике (Programa de Apoyo Federal al Transporte Masivo (PROTRAM) с 2009 г.).

при которой такие программы предполагают отбор проектов на конкурсной основе, задавая предпосылки ускоренного перехода к умеренно инновационной модели. В ряде российских городов (особенно южной климатической зоны)[14] интенсификация пригородного жилищного строительства может привести к длительному сочетанию обеих моделей развития даже в перспективе, с формированием в конечном итоге модели землепользования COD, обслуживание которой с приоритетом на массовый пассажирский транспорт будет существенно затруднено (если вообще окажется целесообразным).

Для городов из выборки рекомендации по переходу к умеренно инновационной модели, безусловно, индивидуальны в отдельных нюансах, но все еще обнаруживают сходные этапы.

5.2. Оптимизация предложения, структуры парка подвижного состава

Направление повышения доли подвижного состава класса «большой» по вместимости (рис. 19) является наиболее стандартной стратегией начального этапа. Прежде всего это относится к автобусному сегменту, поскольку пассажирский электротранспорт и так использует только большую и особо большую вместимость. Так, для городов из выборки оптимальным является улучшение показателей, которое соответствует зеленой зоне на графике, представленном на рис. 19, и отражает более оптимальное соотношение количества транспортных средств и вместимости подвижного состава. Критические ухудшения этого баланса для городов красной зоны приводят к экстремальному переизбытку подвижного состава, а именно к практикам высадки в 2–3 ряда, заторам из автобусов и т.д. Например, в Омске и Тюмени автобусы обеспечивают примерно одинаковое предложение при существенно различающихся количествах задействованных автобусов (ось x). Хорошо видно, что с городами из красной и оранжевой зон соотносятся города из зеленой зоны, где аналогичные объемы предложения реализуются меньшим числом подвижного состава за счет повышения доли более вместительных автобусов. Курс на повышение класса вместимости при тщательной настройке мо-

[14] Например, Грозный, Краснодар, Махачкала, города Крыма и др.

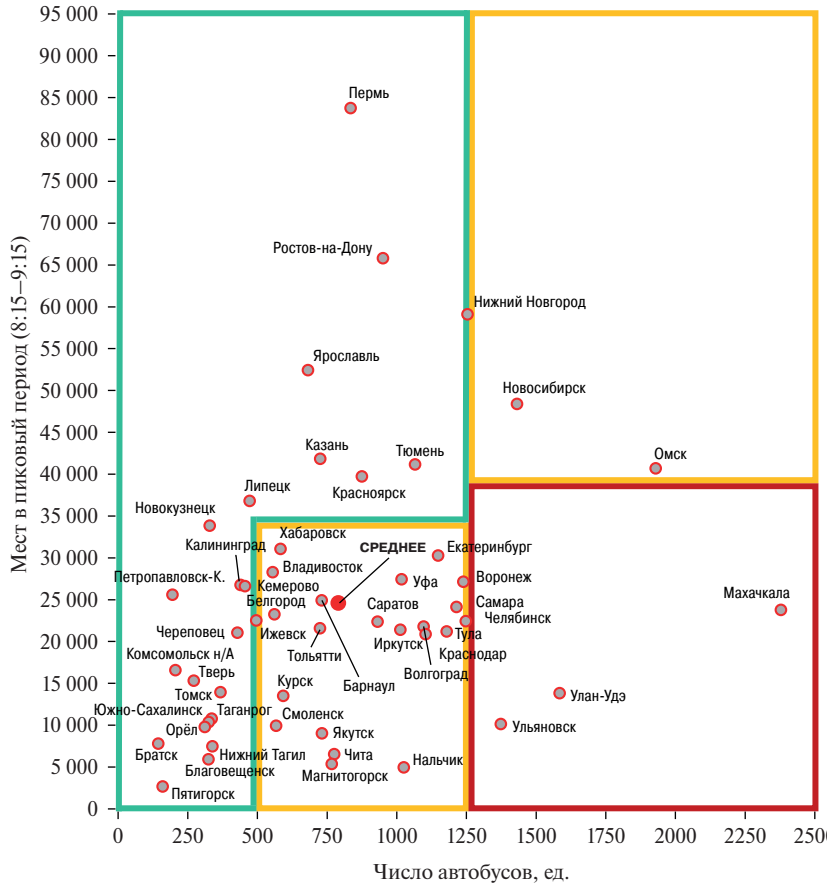

Рис. 19. Соотношение парка автобусов и объема предложения в пиковый период (8:15–9:15)

жет не приводить к увеличению интервалов движения и времени ожидания, поскольку при использовании выделенных полос можно повысить оборачиваемость автобусов, а современные сервисы онлайн-отслеживания делают более предсказуемым прибытие пассажира на остановку таких маршрутов и без критического прироста затрат времени на ожидание от увеличения интервалов движения.

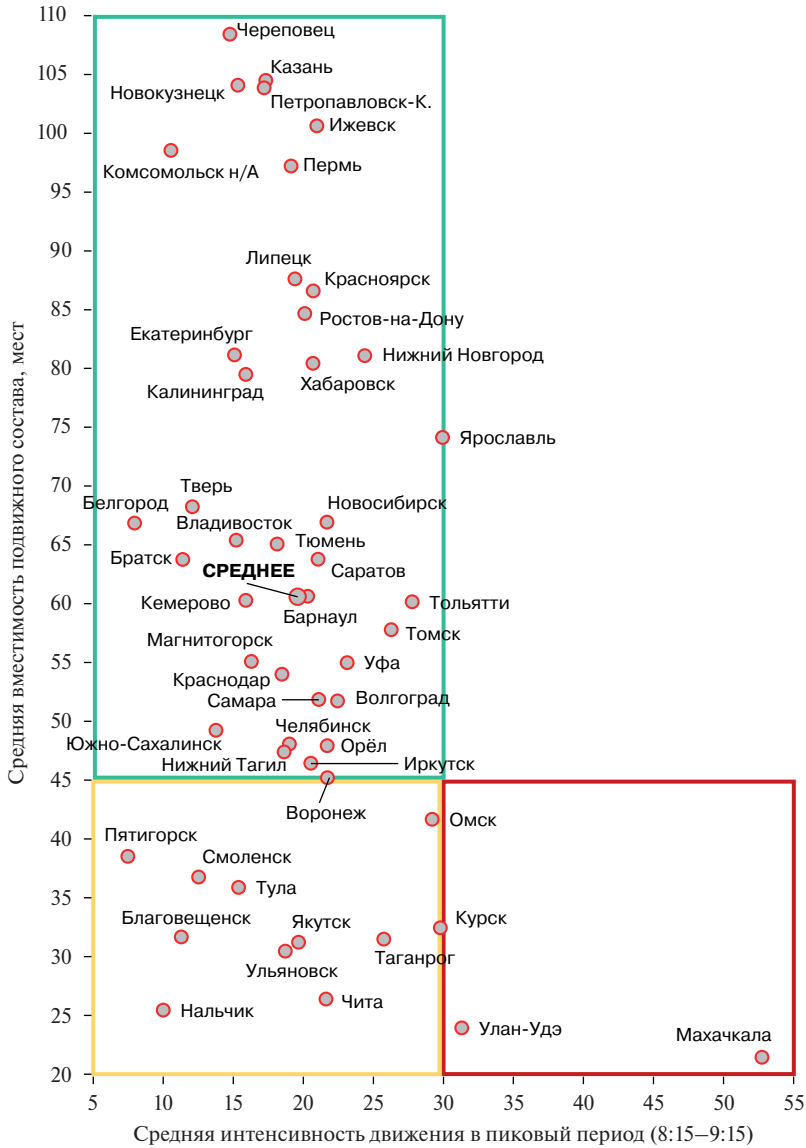

Рис. 20. Соотношение средней интенсивности движения в пиковый период (8:15–9:15) и средней вместимости подвижного состава

Аналогично выглядят и рекомендации по гармонизации параметров средней вместимости автобусов и интенсивности их движения (рис. 20). Города в зеленой зоне, особенно Ярославль и Нижний Новгород, реализуют хороший баланс вместимости и интенсивности движения, в то время как в Махачкале используемый парк автобусов по параметру вместимости критически не соответствует численности населения этого города и его рынка заказа перевозок.

5.3. Оптимизация маршрутных сетей

Существенным негативным параметром остается задублированность маршрутных сетей, которая является явным признаком их неоптимальной упорядоченности. Нередко задублированность связана с низкой (недостаточной) связностью улично-дорожной сети. В такой ситуации имеется предрасположенность к избыточной задублированности, поскольку маршрутные схемы просто не имеют вариантов иной трассировки и вынужденно пропускаются через безальтернативные улицы (мосты). При сопоставлении значений задублированности с показателями классов топологической сложности интегрального графа маршрутной сети по Тархову (рис. 21) выявляется, что даже для городов с низким классом топологической сложности графа (2-й класс) имеется возможность поддержания низкой задублированности (города начиная от Нальчика, Пятигорска, Комсомольска-на-Амуре). Зона для сетей 2-го класса сложности по Тархову выше предела задублированности 4,25 (средняя по выборке) является зоной предрасположенности к реализации транк-фидерных (подвозящих) маршрутных схем и BRT (особенно для Тольятти с его многоядерной планировочной структурой). В этой зоне, в частности, располагаются города с сильными линейными диспропорциями и «удлиненными плечами» перевозок (конфигурация PTAL-зон графически имеет выраженный линейно-коридорный тип): Ярославль (в направлении на Брагино), Орёл (на Сталепрокатный), Курск (на Волокно), Смоленск (на Ситники), Липецк (на Тракторный) и т.п.

Общей рекомендацией является снижение показателя задублированности. Для городов изученной выборки в качестве минимального результата можно зафиксировать снижение этого показателя ниже хотя бы среднего значения по выборке (для представленного в докладе кейса это 4,25) вне зависимости от класса сложности графа.

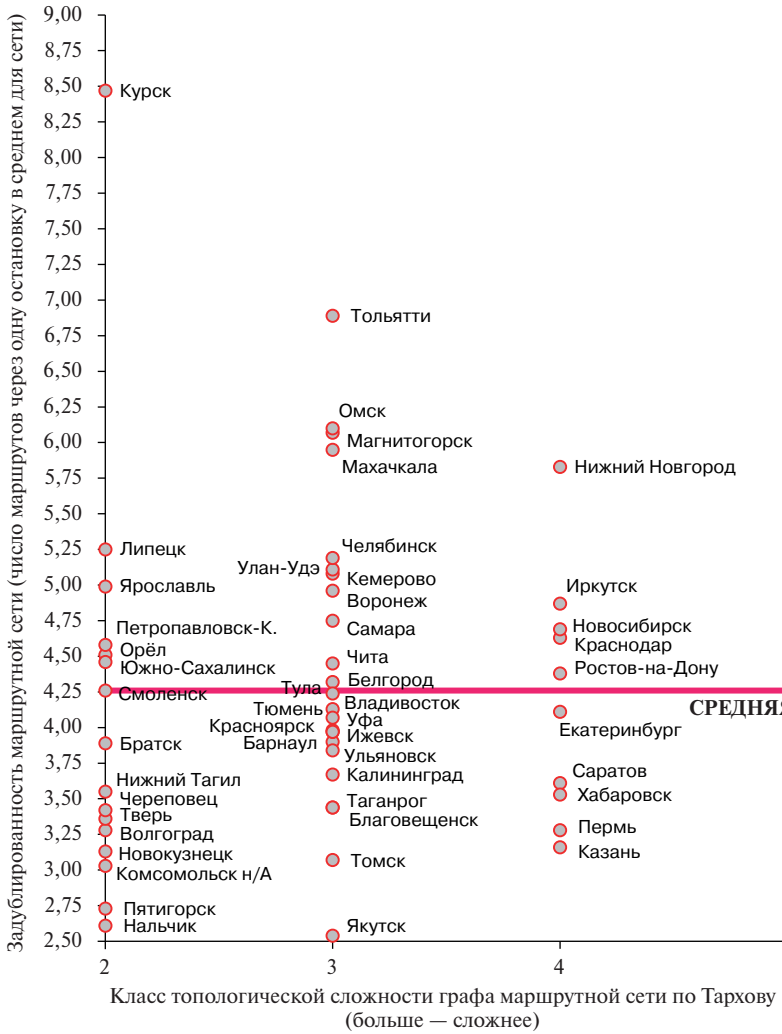

Рис. 21. Соотношение класса топологической сложности интегрального графа по Тархову и средней задублированности маршрутной сети

На рис. 21 хорошо видно, что ряд городов имеют весьма развитый интегральный граф по Тархову (4-й класс). Казалось бы, высо-

косложный граф с множеством вариантов трассировки маршрутов облегчает снижение задублированности (больше альтернативных направлений перевозок), но и для таких сетей зафиксирована избыточная задублированность. Так, в Нижнем Новгороде на одну остановку сети приходится в среднем более 5,75 маршрута. На местности же это проявляется на протяжении более 4 км в промзоне ГАЗа, где по проспекту Ленина проходят и автобусы, и трамваи, и троллейбусы (всего 20 маршрутов), а под ними еще и Автозаводская линия метрополитена, что в общем-то и отражает сущность описываемой проблемы. Таким образом, рекомендуется минимизировать показатель задублированности, реализуя пересадочные схемы маршрутных сетей (с пересадочными тарифами 30 минут и т.п.). Для городов со схожей ситуацией, таких как Тольятти, Курск и Нижний Новгород, при их показателях задублированности и топологической сложности целесообразно пересматривать маршрутные схемы в пользу магистрализации основных направлений перевозок и перехода к транк-фидерным (подвозящим) маршрутным сетям. При планировании программ дорожной деятельности следует учитывать возможности повышения связности графа сети МПТ (класса топологической сложности по Тархову). Так, на рис. 3 хорошо видно, что в ряде городов параметр циклических элементов (M) зашкаливает; это означает, что повышение плотности сети и связность в ней разбалансированы каким-либо топологическим дефектом (чаще всего отсутствующим связующим элементом УДС или путепроводом).

5.4. Трамвайные системы

Сегмент потенциально развиваем до наивысшего уровня качества оказываемых услуг (LoS), поскольку способен обеспечить наилучшее соотношение стоимости инфраструктуры по сравнению с метрополитеном и железной дорогой при достижении кратно большего предложения по сравнению с автобусами и троллейбусами. В противоположность явным потребностям, все последние 30 лет трамвайные сети недофинансировались, и к 2020 г. накопился предельный ущерб, выражающийся в безвозвратной утрате значительной части инфраструктуры пассажирского электротранспорта в целом и выбытии более 70% парка подвижного состава. В последние два года при разработке документов транс-

портного планирования к трамвайному сегменту (при его наличии в городе) применяются особенно тщательные проработки решений[15].

Среди особо острых проблем всех эксплуатируемых трамвайных сетей в России следует выделить:

1) отключение от обслуживания центра города (Липецк, Курск, Красноярск, Ярославль, Владивосток и др.);

2) отключение (или неохват) высокоплотных жилых районов, генерирующих адекватные возможностям этого вида транспорта нагрузки (Ростов-на-Дону, Череповец, Омск, Екатеринбург и др.);

3) низкий уровень обособления путей (RoW).

Взаимосвязь первых двух параметров с третьим в совокупности формирует долю трамваев в структуре предложения в городе (Modal Split, см. разд. 1.7 доклада).

Трамвайный сегмент (кроме метрополитена) является наиболее капиталоемким, поэтому в условиях кризиса 2022 г. для его сохранения требуется совокупность антикризисных действий, которые могут сводиться к следующим стратегическим шагам:

— обновление парка подвижного состава с использованием как новой, так и бывшей в употреблении техники ГУП «Мосгортранс». Ввод моратория на утилизацию кузовов трамвайных вагонов. Здесь целесообразно помимо поставок новых вагонов освоить также капитально-восстановительный ремонт (КВР). При таком подходе удастся минимизировать затраты на вагонную часть;

— снижение задублированности маршрутной сети автобусов и троллейбусов вдоль коридоров маршрутов трамваями (прежде всего пересмотр трасс следования автобусов и троллейбусов с опцией IMC);

— проведение капитальных ремонтов путевого хозяйства с использованием списанных с железной дороги элементов верхнего строения пути, которые уже не удовлетворяют требованиям ОАО «РЖД», но вполне могут быть повторно использованы на трамвай-

---

[15] Несмотря на то, что продолжается закрытие некоторых ранее эксплуатировавшихся сетей (Тверь, Комсомольск-на-Амуре), одновременно ведется как строительство новых (Верхняя Пышма), так и коренная реконструкция действующих (Таганрог). Строятся новые линии в Краснодаре, Екатеринбурге, Казани, Самаре и других городах (не считая локальных реконструкций).

ном хозяйстве из-за разных требований по весовым допускам пропускаемого подвижного состава;

— повышение в ходе плановых ремонтов уровня обособления трамвайных путей (RoW);

— разработка специальной линейки инфраструктурных кредитов для отдельных трамвайных сетей с целью достройки в них остро потребных недостающих элементов, существенно улучшающих маневровую работу на всей сети или кардинально повышающих ее востребованность: разворотных колец для внепиковых укоротов маршрутов, поворотов в кривых между взаимно пересекающимися «в глухую» линиями;

— достройка по одной короткой линии (до 2,5 км) по наиболее востребованному направлению в городе (или в его центр для Красноярска, Владивостока, Липецка, Курска и других городов с подобной проблемой).

На рис. 22 видно, что для рассмотренных трамвайных сетей характерны достаточно показательные кейсы. В наиболее проблемной красной зоне низких процентов расположены сети, которые не имеют ни обособления, ни существенной доли в структуре предложения (ниже четверти в Modal Split). На развитие таких сетей потребуются существенно большие средства, чем на альтернативные проекты для автобусного сегмента. И если в Орле низкая доля в предложении объясняется временным закрытием большей части трамвайной сети из-за ремонта Красного моста через Оку, то для городов с такими показателями, как у Ростова-на-Дону, ликвидация этого «краснокнижного» вида МПТ уже не выглядит такой уж ошибкой. Отдельно выделяются города желтой зоны (Новосибирск, Красноярск, Владивосток, Липецк). В этих городах даже при относительно высоком уровне обособления путей по сравнению с городами из красной зоны (во Владивостоке такое значение в 98% — максимальное среди всех трамвайных хозяйств страны) все равно доля в объеме предложения по Modal Split такая же низкая (во всей группе менее 20%). В этом случае выводится достаточно многовариантное дерево причин такого положения дел, наиболее распространенные из которых — необслуживание центра города, нехватка подвижного состава и недостаточное сетевое покрытие территории (упрощая суть: существующая линия хорошо обособлена, но либо по ней редко курсируют трамваи, либо сама она пролегает вне наиболее востребованного коридора перевозок).

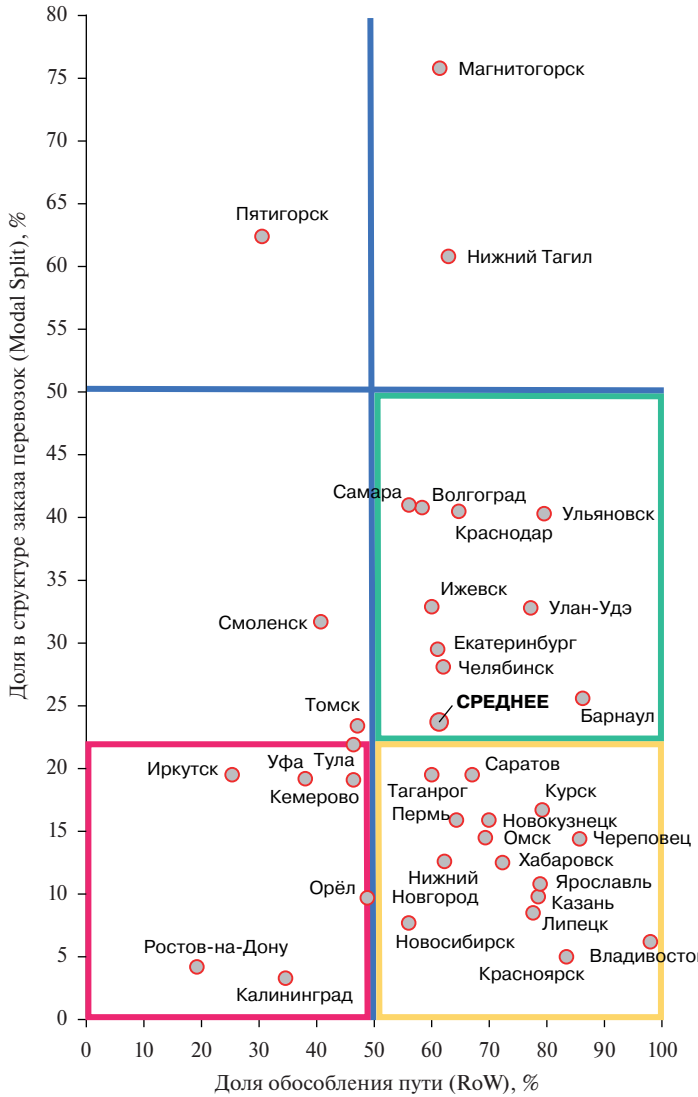

Рис. 22. Соотношение уровня обособления трамвайных путей (RoW) и доли предложения трамваями в структуре заказа перевозок

Для Пятигорска характерна высокая доля трамваев в предложении вне взаимосвязи с обособлением там путей. Такое аномальное соотношение параметров вызвано значительным влиянием рельефа местности и плохой развитостью улично-дорожной сети в этом городе, препятствующей движению автобусов, а также низким уровнем автомобилизации населения в целом. Для Нижнего Тагила и Магнитогорска характерна максимальная продуктивность трамвайной сети по предложению в увязке с улучшениями ее инфраструктуры (RoW).

Безусловной рекомендацией, помимо вышеперечисленных стратегических шагов, является дальнейшее повышение доли трамвайного транспорта в Modal Split в направлении зеленой зоны (см. рис. 22), т.е. в идеале выход на 40–45% по Modal Split и перемещение в правые секторы по доле обособления путей по мере их ремонта (RoW).

5.5. Троллейбусные системы

Еще примерно 5 лет назад существовал определенный консенсус относительно низкого потенциала троллейбусных сетей для дальнейшего развития. Чаще всего в поддержку этой версии приводились цифры закрытий троллейбусных сетей в Европе в период 1950–1990 гг. Однако авторы таких доводов обычно упускают из вида, что в этот же период повсеместно закрывались и сети трамваев, что было в целом характерным следствием периода «наступающей автомобилизации». Ренессанс в троллейбусных сетях начался уже в XXI в., т.е. значительно позже, чем в трамвайных сетях. По сравнению с автобусами троллейбусы долгое время не имели преимуществ (или таковые не принимались как значимые). По состоянию на 2022 г. троллейбусная техника стала признанной составляющей общего тренда на электрификацию транспортного комплекса (e-mobility), при этом лишившись некоторых ключевых недостатков. Так, выпускаемый в настоящее время модельный ряд троллейбусов оборудуется функцией автономного хода (IMC), что позволяет решить две важнейшие проблемы:

1) преодолеть негибкость инфраструктуры и обслуживать в «отклоняющемся режиме» дополнительные территории без достройки воздушных контактных сетей;

2) отказаться от использования на перекрестках спецчастей (стрелок или даже пересечений), что снижает вес сети, затраты на ее монтаж и обслуживание, снимает потребности снижать скорость при следовании троллейбусов через перекрестки.

Другой увязанной с особенностью троллейбусов положительной стороной является хорошая конвергенция троллейбусной сетевой инфраструктуры и инфраструктуры для развертывания зарядных станций для электромобилей и СИМ (включая электровелосипеды)[16]. Таким образом, будучи обслуживающими основные городские коридоры, троллейбусы могут и дальше рассматриваться как основной перевозчик на них, вплоть до перехода к особо большому классу вместимости и повышению RoW до класса BRT[17]. Для России успешный опыт использования троллейбусов с автономным ходом имеется в Нальчике, где на период ремонтов этот вид транспорта продолжает обслуживание на участках с отключенной контактной сетью. В целом по стране такой подход для дальнейшего обслуживания сети этого вида транспорта вполне разумен, особенно учитывая, что она самая обширная в мире (над улицами российских городов смонтировано более 4,5 тыс. км воздушных контактных сетей).

Общие рекомендации по троллейбусному транспорту для городов России:

1) сохранять троллейбусную инфраструктуру (в первую очередь линейные участки и тяговые подстанции) для использования наиболее востребованного коридора сейчас или в дальнейшем;

2) при приобретении новой техники использовать опцию автономного хода (IMC) для кардинального расширения направлений обслуживания и повышения гибкости всей системы таких маршрутов.

---

[16] В электровелосипедах отсутствует необходимость крутить педали (педалирования); это означает, что поездка на таком велосипеде становится минимально чувствительной к потребности в обязательном принятии душа в летний период и фактически снимает ограничения по этой же причине на использование таких велосипедов зимой для большинства городов центральной и южной зон расселения.

[17] Если еще 10 лет назад троллейбусные BRT были экзотикой, то по состоянию на 2022 г. таковые уже перестали быть редкостью, особенно после начала усиленного строительства новых сетей и линий в Китае (в том числе и троллейбусных BRT).

Ранее существенной проблемой для троллейбусной техники отечественного производства было низкое качество кузовов, которое удалось повысить только в 2020-е годы путем конвергенции трамвайных, железнодорожных и автобусных технологий роботизированной сварки и покраски. Часть хозяйств (например, Саратов, Тула) получили большие партии бывшего в употреблении подвижного состава из Москвы и тем самым поддержали выпуск техники на маршруты в регионах. Однако в дальнейшем станет необходимым существенное обновление парка подвижного состава, потребность в котором оценивается только для поддержания существующего уровня предложения более чем в 7 тыс. единиц[18].

С учетом сужения окна возможностей, вероятно, возобладают стратегии, при которых обновление парка подвижного состава для троллейбусов коснется ограниченного числа машин, необходимых только для качественного обслуживания 2–5 маршрутов (в зависимости от города)[19] с применением функций автономного хода и частичным демонтажем спецчастей контактной сети или консервацией ее отдельных участков. Совместное использование производственных мощностей троллейбусных депо возможно и для размещения автобусов на газомоторном топливе (средняя вместимость троллейбусных депо в России составляет 100 машино-мест, при этом по состоянию на 2020 г. они были заполнены троллейбусами чуть более чем на 51% от вместимости).

5.6. Показатели KPI

В качестве выводов из доклада все рассмотренные и проанализированные выше показатели KPI для сегмента массового пассажирского транспорта можно ранжировать по совокупности качеств (табл. 12).

---

[18] Императивы развития транспортных систем городов России.

[19] В выборке на рис. 18 присутствует Чита, где предложение троллейбусами довольно высокое. Аналогично значительно более высокая доля перевозок троллейбусами может быть достигнута в Мурманске, Иванове, Брянске, Рязани, Чебоксарах, Стерлитамаке, Иркутске, Кирове, Саратове, Севастополе, на Крымтроллейбусе и в некоторых других сетях.

Таблица 12. Показатели уровня развития массового пассажирского транспорта по убыванию степени предпочтительности их включения в KPI губернаторов

Направление снижения предпочтительности	Наименование показателя	Единица измерения	Тип
1.	Интегральный рейтинг по пяти показателям	Баллы	Транспортно-градостроительный
2.	Удельный объем предложения всеми видами МПТ на 1 тыс. населения	Пассажиров/1 тыс. населения	Транспортный
3.	Средняя задублированность интегральной маршрутной сети	Число маршрутов через одну остановку	Транспортный
4.	Доля территории в пределах высоких значений обслуженности массовым пассажирским транспортом (PTAL)	Баллы 0–6b и их % соотношение	Транспортно-градостроительный
5.	Соотношение средней вместимости парка всех видов массового пассажирского транспорта и объема перевезенных пассажиров в пиковый период (8:15–9:15)	Численное выражение	Транспортный
6.	Возрастная структура парка всех видов массового пассажирского транспорта	Лет (с даты выпуска)	Транспортный

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На примере городов из выборки выявляется совокупность параметров, которые при их комбинировании позволяют как сформировать понимание существующего состояния, так и соотнести его с лучшими практиками, опираясь на которые можно выстроить направления, достаточно ясные для дальнейших инвестиций в сегменте МПТ.

Инфраструктурная компонента остается наиболее сложным для развития параметром, который сдерживает рост предложения во всех сегментах МПТ. При этом для автобусов и троллейбусов по-прежнему слабо внедряются быстро достижимые и эффективные инструменты — выделенные полосы для придания приоритета в движении.

Практики обособления транспортной инфраструктуры в России постепенно расширяются, однако все еще в своем разнообразии недостаточны для повышения объемов предложения.

Сети пассажирского электротранспорта (как в трамвайном, так и в троллейбусном сегменте) могут быть выведены на бóльшую транспортную продуктивность за счет достаточно доступных мер и при весьма дозированной федеральной поддержке.

Значимость сегмента МПТ для широких слоев населения имеет реальные перспективы включения в KPI губернаторов. При этом выбор единого контрольного параметра для этой отрасли осложнен, сформировалось понимание его максимально комплексного характера, что сформулировано в перечне предложений, представленном в разд. 5.6 настоящего доклада.

АВТОР ДОКЛАДА

Зюзин Павел Владимирович

Старший научный сотрудник Центра исследований транспортных проблем мегаполисов Института экономики транспорта и транспортной политики факультета городского и регионального развития Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», к.г.н.

Научное издание

Зюзин Павел Владимирович

Транспортные системы городов России: современное состояние и перспективы развития

Доклад НИУ ВШЭ

Формат 60×88 1/16. Гарнитура Newton
Усл. печ. л. 4,7. Уч.-изд. л. 3,6. Изд. № 2622

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»
101000, Москва, ул. Мясницкая, 20
Тел.: +7 495 772-95-90 доб. 15285

ЯМНК XXIII 2022

ВЫСШАЯ • ШКОЛА • ЭКОНОМИКИ •

При поддержке Фонда целевого капитала НИУ ВШЭ

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР

РОССИЯ 24

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ РАДИОПАРТНЕР

87,5 BUSINESS FM
первое деловое радио

ГЛАВНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР

interfax

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПАРТНЕРЫ

ЭКСПЕРТ
Общенациональный деловой журнал

Российская Газета

ОТР
ОБЩЕСТВЕННОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ РОССИИ

Финам

ПОЛИТ.РУ

Агентство Социальной Информации

Индикатор

HON

журнал стратегия

ЭКОНОМИКА и ЖИЗНЬ

КАНАЛ НАУКА

ImScience.News

ECONS

Инвест-Форсайт
ДЕЛОВОЙ ЖУРНАЛ