

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ



Транспортный
университет



ОБЩЕРОССИЙСКАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
**РОССИЙСКАЯ
АКАДЕМИЯ
ТРАНСПОРТА**



TI Strategy Partners

Троллейбусный транспорт в России.
Состояние и перспективы рынка

МОСКВА, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Благодарности	5
Основные выводы и предложения	7
Часть 1. Городской безрельсовый электротранспорт (троллейбус, электробус) и сферы его эффективного применения	9
1.1. Зачем нужен троллейбус: что должен планировать управленец при организации общественного транспорта	10
1.2. Виды городского безрельсового общественного электрического транспорта. Технологические особенности передачи энергии на транспортное средство, а также особенности эксплуатации, влияющие на принятие решений о выборе технологии (выборе «вида транспорта»)	11
1.3. Сравнительный расчет эффективности транспортного обслуживания населения при использовании различных видов безрельсового пассажирского транспорта общего пользования (на существующей инфраструктуре)	14
1.4. Сравнительный анализ стоимости эксплуатации различных видов безрельсового транспорта	19
1.5. Сравнительный расчет эффективности транспортного обслуживания при строительстве новой инфраструктуры для пассажирского транспорта общего пользования	23
1.6. Выводы	25
Часть 2. Текущее состояние троллейбусных систем в России	27
2.1. Города России с троллейбусным движением	28
2.2. Состояние парка подвижного состава троллейбуса	40
2.3. Обзор модельного ряда троллейбусов, использующихся в городах России в 2022 г.	41
2.4. Троллейбусы особо большого класса (сочлененные троллейбусы)	42
2.5. Троллейбусы с увеличенным автономным ходом (ТУАХ)	43
Длина участков с УАХ	52
Часть 3. Динамика показателей парка и протяженности троллейбусных линий в 1990–2022 гг. и прогноз до 2024 г.	53
3.1. Динамика поставок троллейбусов по предложению и спросу с 1990 г.	54
3.2. Обзор поставок троллейбусов в 2019–2022 гг.	59
3.3. Динамика протяженности троллейбусных сетей в 1990–2022 гг.	69

3.4. Динамика развития использования троллейбусов с увеличенным автономным ходом	77
3.5. Прогноз поставок троллейбусов на период до 2024 года	79
3.6. Прогноз поставок троллейбусов до 2030 года	82
Часть 4. Потенциал импортозамещения, прогнозы и перспектива развития	84
4.1. Прогнозы и перспективы развития подотрасли	85
4.2. Потенциал импортозамещения	85
Выводы	90
Приложение 5. Производители подвижного состава. Модельный ряд. Отзывы эксплуатирующих организаций и рекомендации	92
5.1. ОАО «Транс-Альфа»	93
5.1.1. ВМЗ-5298.01–50 «Авангард»	93
5.1.2. ВМЗ-62151 «Премьер»	96
5.2. ПК «Транспортные Системы»	98
5.2.1. Адмирал-2020 (ПК ТС)	98
5.3. АО «Уфимский трамвайно-троллейбусный завод» (УТТЗ)	101
5.3.1. УТТЗ 6241.01 «Горожанин»	102
5.4. ВКМ HOLDING («Белкоммунмаш»)	104
5.4.1. БКМ-321	105
5.4.2. Сочленённые машины. БКМ-43301	107
5.4.3. БКМ-321 «Ольгерд»	109
5.5. Прочие модели подвижного состава. МАЗ-203Т, «Алькор», КАМАЗ-62825, СИНАРА	111
5.5.1. МАЗ-ЭТОН-203Т	111
5.5.2. КАМАЗ-62825	113
5.5.3. АЛЬКОР	115
5.5.4. Синара 6254	116
5.6. Сводная таблица характеристик основных моделей троллейбуса	119
Источники	121

Уважаемые друзья!

Россия является страной с самой развитой системой троллейбусного движения в мире: его услугами пользуются жители 83 городов. В сфере своего наиболее эффективного применения — на маршрутах с потоком пассажиров от 350 до 1 100 пассажиров в час — троллейбус обеспечивает наибольшую социально-экономическую эффективность: экономия затрат на место-километр достигает 15% относительно автобусного транспорта, кратно сокращается загрязнение окружающей среды в жилых районах городов, повышается безопасность движения. Наиболее перспективным является переход троллейбусного транспорта в электробусный, с зарядкой электробусов в движении от контактной сети, что позволяет исключить простой транспорта на зарядных станциях и значительно повысить эффективность его использования.

Впервые публикуются результаты расчетов сферы эффективного применения троллейбуса в семействе видов городского транспорта, каждый из которых занимает своё достойное место и обеспечивает наиболее эффективные перевозки в зависимости от пассажиропотока на конкретном маршруте. Важной частью отчета являются методологические подходы по развитию транспорта общего пользования.

В отчете «Троллейбусный транспорт в России. Состояние и перспективы рынка» собрана и проанализирована уникальная информация по возрастному и модельному составу троллейбусного парка страны, динамике выпуска подвижного состава по производителям и поступлению его в города России, даны прогнозы развития троллейбусного транспорта, проанализирован потенциал импортозамещения, представлен обзор преимуществ и недостатков основных представителей модельного ряда.

Уверены, что данный отчет послужит надежным источником информации для публичных органов власти, различных профессиональных сообществ и пассажиров.



А. С. Мишарин
Президент Российской
академии транспорта



А. С. Морозов
Вице-президент
МАП ГЭТ



О. Н. Покусаев
Директор Высшей
инженерной школы РУТ



А. Г. Шестопалов
Управляющий
партнер ПКТИ



А. В. Постников
Партнер
Strategy Partners



ВВЕДЕНИЕ

Аналитический отчет «Троллейбусный транспорт в России. Состояние и перспективы рынка» подготовлен Strategy Partners и Первой компанией транспортной инфраструктуры (ПКТИ) совместно с Российским университетом транспорта и Международной ассоциацией предприятий городского электрического транспорта (МАП ГЭТ). Он открывает серию аналитических материалов, посвященных состоянию и развитию отрасли городского электрического транспорта как составной части общественного транспорта Российской Федерации.

Серия отчетов о работе общественного транспорта направлена на формирование достоверной и доступной статистической информации о положении и ключевых проблемах развития городского электрического транспорта и способствует формированию системного представления о состоянии дел в подотрасли.

Решение о подготовке данного отчёта продиктовано нижеприведенными трендами в отношении троллейбусных систем, сложившихся в городах России. Одна из основных проблем — это вытеснение троллейбуса с городских улиц электробусами и газовыми автобусами. Текущая тенденция предпочтения электробусов и газовых автобусов троллейбусам базируется не на обоснованных экономических расчетах и транспортным моделированием критериях, а на конъюнктурных соображениях, связанных с иррациональными решениями о полном отказе от троллейбусного сообщения в ряде городов РФ. По результатам сравнительного исследования стоимости транспортной работы различных видов транспорта, выполненного МАП ГЭТ (одобрено протоколом НТС МАП ГЭТ), электробус является одним из самых дорогостоящих в эксплуатации видов транспорта: эксплуатационные расходы на электробусе (с учетом расходов на инфраструктуру) при равных условиях эксплуатации (пассажиропотоках, протяженности маршрута и др.) выше расходов на других видах пассажирского транспорта общего пользования, причем превышение расходов электробуса над другими видами транспорта составляет от 30% до 200% в зависимости от пассажиро-потока, вместимости, интервалов и времени работы. Соответственно, выбор электробусов для осуществления регулярных пассажирских перевозок оправдан в случае, когда стоимость транспортной работы для органов власти не является главным критерием.

Вторым трендом является сохраняющаяся проблема старения парка троллейбусов. Несмотря на то, что программа обновления подвижного состава в составе национального проекта «Безопасные и качественные дороги» позволила увеличить темпы обновления подвижного состава, доля парка за пределами нормативного 15-летнего срока службы всё ещё остается высокой и составляет 28%.



И, наконец, третьим основанием подготовки данного материала является желание оказать содействие органам публичной власти РФ в формировании долгосрочной государственной и муниципальной политики в области развития пассажирского транспорта общего пользования за счет формирования каркасных систем городского электрического транспорта.

Согласно справочной информации Минпромторга России, возможности производства троллейбусов в РФ до 2024 года могут составить чуть более 1 000 единиц в год. При этом на полное обновление парка троллейбусов потребуется 6–7 лет. В то же время для устойчивого функционирования производителей троллейбусов потребуются стабильные ежегодные заказы минимум на 500 единиц, что соответствует естественным темпам обновления подвижного состава за 15 лет. Необходимы вложения в НИОКР для разработки новых продуктов и моделей, создание надежной сети поставщиков комплектующих и другие мероприятия.

Таким образом, обеспечение твердыми заказами от систем транспорта общего пользования по линии Минтранса России становится в долгосрочной перспективе вопросом промышленной политики Минпромторга и всего Правительства РФ, во взаимодействии с органами региональной власти и местного самоуправления.

БЛАГОДАРНОСТИ

Редакционная группа под руководством Александра Постникова, Андрея Шестопалова и Александра Морозова выражает благодарность всем, кто принял участие в подготовке данного отчета: Георгию Красникову, Вадиму Розалиеву, Денису Минкину, Сергею Китаеву, Андрею Юхненко, Олегу Покусаеву, Сергею Майоку, Виктору Борщеву, Александру Советникову, Олегу Арефьеву, Ольге Золотаревой, Андрею Тимченко, Денису Новохатскому, Александру Егорову, Юлии Бондаревой, Сергею Семенову, Александру Кондрашову, Антону Седакову, Александру Дубровкину, Анне Востриковой, Андрею Васильеву, Артёму Григорьеву, Петру Полукарову, Антон Белогребню, Владимиру Фельдману, Кириллу Янкову, Илье Зотову.

Отдельные благодарности коллегам, давшим бесценные уточнения и дополнения: Денису Фролову, Андрею Уланову, Андрею Гореву, Вадиму Донченко, Сергею Лозинскому, Диляре Ахмеровой и Антону Белогребню.



ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Каждый вид городского транспорта имеет сферу наибольшей социально-экономической эффективности в зависимости от конкретных условий использования, в которой суммарные издержки для общества, включая эксплуатационные затраты, потенциальный ущерб от ДТП и экологический ущерб при организации перевозок будут минимальными. Для экономических условий России при потоках до 300–350 пассажиров в сечении маршрута в час пик наиболее эффективен автобус, при потоках от 350–720 до 1 100–2 500 пассажиров, в зависимости от протяженности линии, наиболее целесообразен троллейбус, при потоках свыше 1 100–2 500 пассажиров наиболее эффективен трамвай, причем при потоках свыше 2 500 пассажиров трамвайную линию выгодно строить даже при высокой протяженности (до 20 км одиночного пути).

Исходя из этих параметров, в больших городах России (с населением 100 тыс. и более жителей) электрическим транспортом должно перевозиться свыше 70% пассажиров. Это подтверждается как практикой времен СССР, так и современной мировой практикой: за последние 30 лет протяженность трамвайных и троллейбусных линий существенно возросла (в частности, трамвай заново открыт более чем в 130 городах мира). При надлежащем планировании и управлении транспортом в городах происходит постепенное замещение автобусного транспорта — троллейбусным, троллейбусного — трамвайным (в ряде случаев сразу же автобусного — трамвайным).

В России для городов с населением от 100 тыс. жителей такое замещение позволит достичь следующих показателей по системе общественного транспорта:

- сократить суммарные расходы населения и бюджета на общественный транспорт на 10–20%;
- на 10–15% сократить затраты времени населения;
- в 2–3 раза сократить ущерб от ДТП;
- на 30–40% сократить ущерб от загрязнения окружающей среды.

Как показано далее в отчете, в России наблюдается обратная тенденция — кратное сокращение использования электротранспорта (в ряде городов он был закрыт, в большинстве городов пассажиропотоки ГЭТ сократились в 5–10 раз относительно уровня СССР). В отчете приводится анализ причин такого сокращения и выводы о его последствиях.

В отчете приводится подробный анализ возможностей и характеристик использования троллейбусного транспорта в городах. Основные выводы состоят в следующем:

- Троллейбусы способствуют достижению национальных целей развития России и целей Транспортной стратегии РФ до 2035 года, являясь одним из наиболее экономичных и экологических видов транспорта.
- Отличие троллейбуса от электробуса состоит только в типе «розетки» (зарядного устройства для передачи энергии из электросети в транспортное средство), причем развитие электробусов в ущерб троллейбусам, как правило, не является оправданным с точки зрения социально-экономического эффекта.
- Закрытие существующих троллейбусных систем ведет к негативным социально-экономическим последствиям — повышается стоимость транспортного обслуживания и ущерб для окружающей среды.
- Устойчивость отрасли по производству троллейбусов обеспечивается спросом в объеме не менее 500 единиц в год. Развитие троллейбуса/электробуса с динамической подзарядкой является наиболее экономически обоснованным решением при пассажиропотоках от 350 до 1 100 человек/час (для линий протяженностью свыше 20 км одиночного пути — от 720

до 2 500 пассажиров в час и более). По сравнению с автобусом, троллейбусный транспорт в сфере своего наиболее эффективного применения экономичнее в среднем на 15%. Основной причиной закрытия троллейбусных систем являются отсутствие достаточной мотивации на развитие электротранспорта: нетто-контракты и нерегулируемый тариф, применяемые в соответствии с действующим законом №220-ФЗ, позволяют уклониться от гарантий качества обслуживания, снять обязательства по финансированию перевозок, организовав конкурсы на обслуживание маршрутов «за 1 рубль».

Таким образом, решение проблемы отказа от троллейбусного транспорта находится в сфере мотивации на применение эффективных технологий, позволяющих снизить социально-экономические издержки при гарантии качества транспортного обслуживания, в частности:

- Обязательность соблюдения стандартов качества транспортного обслуживания должна стать основным мотивом на выделение финансирования, достаточного для осуществления перевозок в соответствии с установленными нормативами.
- Мотивация на снижение расходов на транспортное обслуживание возможна только при условии полного перевода управления перевозками на брутто-контракты, чтобы не только рассчитывать полную стоимость транспортной работы, но и стремиться снизить эту стоимость, и, следовательно, развивать виды транспорта, наиболее экономичные при больших пассажиропотоках.
- Необходимы методические указания по разработке документов транспортного планирования, направленные на достижение национальных целей развития России (в том числе снижение загрязнения окружающей среды, издержек от ДТП и затрат времени населения), что обяжет проектировщиков при развитии транспортных систем планировать применение видов транспорта, способствующих снижению всех социально-экономических издержек.
- Как следствие, потребуется контроль федеральных органов власти за качеством разработки документов транспортного планирования и установление ответственности органов власти за соблюдение порядка мероприятий, определенных документами транспортного планирования, в частности, за ликвидацию линий электротранспорта, не подтвержденную расчетами документов транспортного планирования.

В отчете также приведен прогноз потенциала ежегодного спроса на троллейбусы в России. С учетом обновления подвижного состава в пределах нормативных сроков, но без развития сетей троллейбуса потенциал ежегодного спроса составит 470 единиц в год (**инерционный сценарий**). **Негативным сценарием** является сохранение темпов закрытия троллейбусных сетей с выбытием до 600 единиц парка в год с соответствующим сокращением спроса. По **восстановительному сценарию** будет производиться опережающая замена подвижного состава со сверхнормативным сроком эксплуатации. Это создаст дополнительный спрос в размере 280 троллейбусов в год на период 2023–2029 гг., с итоговым спросом около 750 единиц в год.

В то же время развитие сетей ГЭТ при существующих темпах приведет к росту пассажиропотока на 1% в год и появлению дополнительного спроса в размере 50–60 троллейбусов в год в рамках **сценария умеренного развития**. И, наконец, перенос этого сценария на оставшиеся крупные города приводит к **сценарию целевого развития**, в котором все крупные города начинают постепенное развитие сетей ГЭТ. В этом сценарии увеличение пассажиропотока составляет 3% в год, а дополнительный спрос на подвижной состав — 200–270 единиц в год.

Реализация данных сценариев вполне возможна с использованием производственных мощностей имеющихся в России и Белоруссии предприятий: их суммарные производственные мощности при полной загрузке составляют порядка 1000 троллейбусов в год, что соответствует и сценарию умеренного развития, и сценарию целевого развития.

ЧАСТЬ 1

Городской
безрельсовый
электротранспорт
(троллейбус,
электробус) и сферы
его эффективного
применения

1.1. Зачем нужен троллейбус: что должен планировать управленец при организации общественного транспорта

Основной целью транспорта общего пользования является обеспечение транспортного обслуживания больших городов с наименьшими социально-экономическими издержками. Если смотреть только с точки зрения удобства и скорости передвижения, идеальным является индивидуальный автотранспорт, который удовлетворяет потребности в передвижениях персонально, «от двери до двери», без пересадок и ожиданий, без замедлений на остановочных пунктах. Перевозка обеспечивается за наименьшее возможное (на наземном транспорте) время и с минимумом неудобств.

Индивидуальный автотранспорт остается в городах одним из востребованных и часто безальтернативных видов транспорта в определенных жизненных ситуациях и для определенных групп населения (например, маломобильных граждан, семей с маленькими детьми и т.п., в силу своей комфортности, определенной безопасности (например, с эпидемиологической точки зрения), а также свободы выбора маршрута. В то же время важно сделать общественный транспорт максимально удобной для всех групп граждан альтернативой, чтобы при наличии возможностей выбор делался именно в пользу общественного транспорта.

Главной проблемой индивидуального транспорта являются чрезмерные социально-экономические издержки:

- Экологические: на индивидуальный транспорт в большинстве крупных городов приходится более 90% загрязнения воздуха.
- Ущерб от ДТП: на индивидуальный автотранспорт приходится более 85% ущерба от дорожно-транспортных происшествий.
- Затраты времени населения: в результате заторов, неизбежно возникающих в крупных городах при попытке перевозить всех индивидуальным автотранспортом, потери времени становятся неприемлемыми, отсутствуют гарантии предельного времени поездки.
- Эксплуатационные затраты: попытка дальнейшего расширения дорог приводит к перерасходу ресурсов на их содержание. С учетом затрат на содержание инфраструктуры и обновление подвижного состава поездка одного пассажира на общественном транспорте обходится в 3–4 раза дешевле, чем на индивидуальном.

В больших городах попытки организации перевозок исключительно личным автотранспортом привели бы либо к чрезмерным затратам времени пассажиров (из-за заторов), либо к чрезмерным капитальным и эксплуатационным расходам (из-за строительства и эксплуатации масштабной дорожной сети), и в любом случае — к высокому ущербу от ДТП и экологическому ущербу. Абсорбируя часть пассажирского транспортного спроса, общественный транспорт позволяет удовлетворить его с суммарными издержками (в денежном выражении) в 2–3 раза меньше, чем если бы эти перевозки состоялись на индивидуальном автотранспорте. Кроме того, за счет переноса части спроса на общественный транспорт и создания альтернативы высвобождается дорожная сеть, что позволяет обеспечить высокий уровень качества поездок (в том числе по надежности и скорости) не только на общественном, но и на индивидуальном транспорте.

Таким образом, основная задача транспортного планирования — снижение суммарных социально-экономических издержек при организации транспортного обслуживания, при этом общественный транспорт является наиболее эффективным инструментом достижения данной цели, полностью соответствующей национальным целям России. Как будет показано ниже, электрический транспорт, существенно сокращающий экологический ущерб при перевозках относительно автобуса, играет существенную роль в решении основной задачи транспортного планирования.

1.2. Виды городского безрельсового общественного электрического транспорта. Технологические особенности передачи энергии на транспортное средство, а также особенности эксплуатации, влияющие на принятие решений о выборе технологии (выборе «вида транспорта»)

Разделение безрельсового городского транспорта общего пользования на автобус, троллейбус, электробус и другие «виды» является условным и закрепилось скорее исторически в силу ограниченности технологий получения и передачи энергии на двигатель, используемых в начале XX века. Основные компоненты — кузов, рулевое управление, оборудование салона и т.п. — одинаковы и, как показывает практика создания унифицированных транспортных средств в едином кузове (например, троллейбус ЛиАЗ 5280), могут быть полностью идентичными. Унификация подтверждается и опытом модернизации транспортных средств из одного «вида» в другой: в Москве в период 1988–1992 гг. на заводе СВАРЗ автобусы Икарус-280 и Икарус-283 были модернизированы в троллейбусы, с установкой электродвигателя вместо изношенного двигателя автобуса и штанговых токоприемников.

В отличие от России, в мировой практике эти т.н. «виды» транспорта, как правило, практически не различаются при использовании: в маршрутных схемах безрельсовый транспорт (автобусы, троллейбусы) имеет единую сквозную нумерацию маршрутов, в некоторых ситуациях автобусы и троллейбусы попеременно выходят на один и тот же маршрут. В большинстве случаев пассажиры не делают различия между этими «видами»: в бытовой лексике и троллейбус, и автобус, и электробус называются одним и тем же словом (например, bus в английском языке). Разделение становится принципиальным только при обсуждении планирования развития транспортных систем в ситуациях выбора между установкой контактной сети (как элемента городской инфраструктуры) и её ликвидацией/заменой иной зарядной инфраструктурой.

В СССР основное влияние на разделение «видов» транспорта оказывало различие государственного управления: троллейбус исторически являлся подразделением Мострамвайтреста, имел общую с трамваем энергетическую инфраструктуру и потому был формально отнесен к ведению Министерства жилищно-коммунального хозяйства, в то время как автобус относился к Минавтотрансу. В итоге автобус и электротранспорт имели совершенно различную систему нормативного регулирования (труда, технического обслуживания и т.п.), практически не были использованы возможности по унификации кузовов и запасных частей при производстве безрельсового транспорта. Должностные инструкции водителей ГЭТ и автобуса существенно отличались — в том числе в вопросах, в которых технических, сутевых различий быть не должно. Различие доходило до абсурда, когда в Ленинграде остановки троллейбуса были целенаправленно отнесены от остановок автобуса, т.к. у них было различное ведомственное подчинение, и пассажирам на Невском проспекте было не ясно, на какой остановке ожидать транспортное средство для движения по Невскому, где маршруты автобуса и троллейбуса уже тогда дублировали друг друга. В итоге пассажир всегда ожидал транспорт с увеличенным интервалом по сравнению с ситуацией, когда можно было бы ждать транспорт на общей остановке, без разделения по «видам» транспорта.

Основное реальное различие автобуса, троллейбуса, электробуса и т.п. является чисто техническим и заключается только в используемых двигателе и трансмиссии (работают от электричества, на дизеле, различных видах газового топлива, а также в сценариях гибридного использования — генерации энергии ДВС с последующим использованием электродвигателя как тягового), а также в способе передачи электроэнергии на борт (получение энергии напрямую от контактной сети, зарядка аккумуляторов либо суперконденсаторов от контактной сети, на остановочных пунктах,

на конечных пунктах, в депо, либо генерация электроэнергии на борту транспортного средства двигателем внутреннего сгорания). Эти различия никак не должны влиять на законодательство об организации транспортного обслуживания, правила обслуживания пассажиров, организацию транспортного обслуживания на маршруте, соблюдение расписания и т.п. и не должны быть заметны пассажиру. Абсурдной была бы ситуация, в которой пассажиров заставляли бы отличать «газовые» автобусы от «дизельных» как «вид транспорта». Вид двигателя и прочее внутреннее оборудование никак не должны отражаться на сути использования транспорта пассажирами, что требует полной унификации принципов планирования, управления и использования транспортных средств.

Появление троллейбуса с автономным ходом и электробуса закономерно приводит к тому, что и в России начинают отказываться от искусственного разделения «видов транспорта». Если раньше пассажир легко отличал «шестой троллейбус» (троллейбус, следующий по маршруту №6) от «шестого автобуса» по приподнятым токоприемникам, то теперь, когда этот троллейбус идет в режиме автономного хода, никаких видимых различий нет (экипаж «шестого троллейбуса» выглядит для пассажира как «шестой автобус»), что приводит к путанице (реальная ситуация из жизни Красноярска). Все эти «виды» транспорта теперь находятся под управлением Минтранса России, поэтому и юридические различия давно сняты. В связи с этим в Екатеринбурге, Красноярске и других городах принимаются меры по переходу к сквозной нумерации маршрутов без разделения по «видам».

По сути, различие между зарядкой аккумуляторов от контактной сети либо от различных видов зарядных устройств является различием «формы электрической вилки», и если у одного потребителя телефон с проводной, а у другого — с беспроводной зарядкой, то это не относит эти телефоны к разным «видам телефонии».

Таким образом, будущее троллейбуса, как и электробуса — это полная унификация под «брендом» автобуса, с выделением технических особенностей только в тех случаях, когда выбор вида тяги и зарядки влияет на конечный результат. На научно-техническом совете МАП ГЭТ уже обсуждался вопрос о сертификации вновь выпускаемых троллейбусов как автобусов с электрическим двигателем. Последствия юридического решения о признании троллейбусов автобусами с электродвигателем:

- регистрация троллейбусов в ГИБДД (как автобусов) с присвоением госномера (благодаря этому персонал будет обучаться на права категории Д, что повысит конкуренцию и будет способствовать снижению расходов на оплату труда, снизит расходы на переобучение персонала, за исключением инфраструктурной специфики);
- отмена «ПТЭ троллейбуса» в эксплуатационной части подвижного состава, с унификацией всех технологических процессов с автобусом (кроме процессов, где эксплуатация инфраструктуры кардинально отличается в зависимости от типа двигателя и способа зарядки), и упрощение нормативно-технической документации, обучения персонала, обслуживания подвижного состава;
- единые правила сертификации автобусов, с различиями только в части двигателей и типов зарядки (уже применяется);
- унификация производства автобусов с различными типами двигателей и зарядки по единым правилам;
- оплата транспортного налога (это несколько снизит преимущества троллейбуса относительно автобуса, но будет более справедливо, в том числе относительно трамвайного транспорта, так как троллейбус изнашивает дороги наравне с автобусным транспортом);
- снижение стоимости подвижного состава и эксплуатационных расходов в силу унификации производственных процессов (что и является конечной целью унификации).

Выбор вида тяги и способа зарядки подвижного состава для конкретного маршрута (группы маршрутов) в зависимости от пассажиропотока и имеющейся инфраструктуры является обязанностью инженера — транспортного планировщика, который должен принимать решение исходя из наибольшей эффективности организации перевозок на маршрутной сети при условии гарантии качества каждому пассажиру. Результат деятельности транспорта — перемещение — сопровождается издержками: затратами денег, времени, ущербом от ДТП и экологическим ущербом. Необходимо обеспечить перевозки на заданном уровне качества, но с наименьшими суммарными издержками. Чтобы выбор варианта между ущербом «от трех тонн выбросов» или «от двух ДТП» не был неразрешимым, все виды ущерба приводят к единому денежному измерителю и выбирают вариант, в котором суммарный ущерб и издержки при организации маршрутной сети будут наименьшими — при обязательном условии соответствия перевозок стандартам качества.

Основной мотивацией инженера при выборе вида транспорта (и класса вместимости транспортных средств) как раз и является выбор вида тяги, аккумулирования энергии и способа зарядки, которые наилучшим образом подходят для каждого маршрута в отдельности и для маршрутной сети в целом, снижая издержки. Влияющими факторами являются:

- затраты времени на зарядку (в период зарядки транспорт не используется по назначению, поэтому дополнительное время на зарядку приводит к необходимости закупать больше транспортных средств для поддержания того же интервала движения, т.е. расходы растут пропорционально росту времени зарядки);
- затраты времени на заправку топливом (для автобусов увеличивают время смены водителей на технические операции);
- вместимость транспортных средств (в автобусах четыре места в задней части салона заняты шахтами с оборудованием, что существенно уменьшает вместимость; меньшее число мест означает, что нужно при том же пассажиропотоке запускать транспорт с большей частотой, что ведет к росту расходов);
- стоимость ремонта на километр пробега (как правило, электрический транспорт проще и экономичнее в обслуживании);
- затраты на топливо/энергию для движения на километр пробега (электричество, как правило, дешевле, однако всё зависит от местных соотношений стоимости видов топлива и энергии);
- расход электроэнергии на движение (как правило, в транспорте с аккумуляторами расход ниже, т.к. рекуперация идет в собственную батарею и не зависит от наличия других потребителей на секции контактной сети);
- стоимость транспортного средства и срок службы (определяют расходы на обновление подвижного состава при его эксплуатации);
- стоимость замены аккумуляторов (при сроке службы троллейбуса 15 лет время эксплуатации батареи не превышает 6–8 лет, что с учетом её высокой стоимости требуется учитывать как расходы на возобновление работоспособности парка транспортных средств; чем меньше аккумуляторов, тем ниже эти расходы);
- капитальные и эксплуатационные расходы при различных используемых типах зарядных устройств (АЗС, зарядных станций либо контактной сети);
- оценка экологического ущерба на километр пробега (в том числе ущерб от загрязнения воздуха, стоимость утилизации аккумуляторов);
- оценка ущерба от ДТП при повышенной маневренности транспортных средств (привязка к контактной сети и снижение маневренности снижают риск ДТП).

Как можно видеть, ряд представленных факторов имеет противоположное влияние: например, наличие аккумуляторов позволяет экономить электроэнергию и уменьшает потребность в контактной сети, однако увеличивает расходы на замену самих аккумуляторов и расходы на их утилизацию, в некоторых случаях требует установки и обслуживания зарядных станций. В результате на маршрутах с малым выпуском транспортных средств (большими интервалами движения)

более экономичным может оказаться вариант с движением преимущественно на аккумуляторах, в то время как на маршрутах с высоким выпуском — движение с зарядкой от контактной сети. При высокой интенсивности движения экологический ущерб от загрязнения воздуха автобусами окажется чрезмерным и сместит чашу весов в пользу электрического транспорта, тогда как при низкой частоте движения экологический ущерб окажется незначительным, и автобус останется более привлекательной альтернативой.

Таким образом, основным мотивом применения тех или иных видов транспорта, тяговых двигателей, способов передачи энергии является экономика — снижение суммарных социально-экономических издержек, в том числе за счет перевода неденежных видов ущерба (экология, ДТП, время) в денежное выражение.

1.3. Сравнительный расчет эффективности транспортного обслуживания населения при использовании различных видов безрельсового пассажирского транспорта общего пользования (на существующей инфраструктуре)

Международная ассоциация предприятий городского электрического транспорта (МАП ГЭТ) совместно с Первой компанией транспортной инфраструктуры (ПКТИ) провела детальное исследование стоимости транспортного обслуживания населения (заказа пробега транспортных средств заданной вместимости по заданному расписанию исходя из нормативов качества транспортного обслуживания) при эксплуатации различных видов пассажирского транспорта общего пользования. Данное исследование, одобренное научно-техническим советом МАП ГЭТ, подтверждает, что эффективность применения видов транспорта (точнее, видов тяги, видов зарядки, рельсового либо безрельсового пути) определяется величиной часового потока в сечении на каждом маршруте, при этом некоторые виды транспорта (сочетания технологий) ни при каком уровне пассажиропотока не оказываются наиболее выгодными (т.е. их применение возможно только в специфических условиях или временно, на период до запуска инфраструктуры других видов транспорта).

Расчет проведен на условном типичном внутригородском маршруте длиной 10 км (оборотный рейс протяженностью 20 км). В действительности, расчет инвариантен относительно длины маршрута: с ростом длины пропорционально возрастают все статьи расходов, в том числе количество требуемых транспортных средств, водителей, расходы на содержание инфраструктуры и т.п. Важно учесть, что при потоках свыше 1 000 пассажиров в час провозная способность выделенной полосы превышает провозную способность полосы индивидуального автотранспорта, что обуславливает необходимость организации маршрута по выделенной полосе (и её содержанию за счет бюджета, пусть и за пределами контрактных условий с перевозчиком). В связи с этим выводы о граничных значениях пассажиропотоков справедливы независимо от длины маршрута.

Определены расходы на транспортную работу в год, выполняемую по маршруту при типичной (для внутригородских условий) внутрисуточной и внутригодовой неравномерности пассажиропотока.

Входным параметром является пассажиропоток в сечении (максимальное число пассажиров в максимальном сечении маршрута на перегоне в час пик). Данный параметр является определяющим для расходов, т.к. именно по потоку рассчитывается необходимый выпуск и парк транспортных средств, расходы на которые закладываются в контракт на транспортное обслуживание; кроме того, исходя из трудового законодательства, водители, привлеченные к работе в час пик, имеют право на отработку 8-часового рабочего дня (или 40 часов в неделю суммарно), поэтому

и время водителей фактически оплачивается исходя из пикового количества транспортных средств на линии.

Частота движения определяется делением потока на нормативную (при плотности стоящих 4 чел./м²) вместимость подвижного состава (по видам транспорта и классам вместимости, табл. 2.3.1). В этом расчете существенными становятся «незначительные» отличия вместимости подвижного состава автобуса и электрического безрельсового транспорта: в низкопольных автобусах двигатель внутреннего сгорания и сопутствующее оборудование приходится неизбежно размещать в вертикальной шахте на задней площадке, т.к. в других частях салона (например, на крыше) место для их размещения отсутствует. В это же время компактный электродвигатель свободно помещается под низким полом, а аккумуляторы могут быть расположены на крыше подвижного состава без потери вместимости салона (к сожалению, этим преимуществом пользуются не все производители электротранспорта, снижая показатели своей продукции по вместимости). Как видно на примере сравнения практически идентичных кузовов автобуса ЛиАЗ 5292 и электробуса ЛиАЗ 6274, шахта двигателя в задней части салона отнимает 4 сидячих места, что составляет свыше 5,4% от полной вместимости в варианте без шахты (при плотности стоящих пассажиров 4 чел./м², рис. 2.3.1, 2.3.2). При необходимости гарантировать норматив плотности пассажиров автобусы приходится запускать чаще, чем электробусы или троллейбусы, что вынуждает закупать и эксплуатировать больше подвижного состава при тех же самых параметрах пассажиропотока.



Рисунок 10.
Салон дизельного автобуса.
Шахта двигателя отнимает
не менее 4 сидячих мест.



Рисунок 11.
Салон автобуса с электродвигателем
(электробус, троллейбус). На задней
площадке вместо шахты имеется
возможность размещения не менее
4 дополнительных сидячих мест.

№	Класс	Представитель	Сидячих	Площадь пола	Вместимость, при кол-ве пассажиров на метр пола				Рекомендовано
					5	4,5	4	3	
1	2	3	4	6	5	7	8	9	10
1	МК	ПАЗ 3205	16	0,6	19	18	18	17	18
2	СК	ЛИАЗ 4292	18	6,4	50	46	43	37	43
3	БК	ЛИАЗ 5292	21	12,0	81	75	69	57	69
4	Эл.БК	Лиаз	25	12,0	85	79	73	61	73
4	Эл.БК	Камаз	24	12,2	85	78	72	60	72
5	Т6 БК	ЗИУ-9	25	12,0	85	79	73	61	73
6	ОБК	ЛИАЗ 6213	37	14,0	107	100	93	79	93
7	Т6 ОБК	ЗИУ-10	32	16,6	115	106	98	81	98
8	Тм-МК	71-911ЕМ	34	15,4	111	103	95	80	95
9	Тм-СК	Богатырь	34	19,4	131	121	111	92	111
10	Тм-БК	Витязь	60	25,6	188	175	162	136	162
11	Тм-ОБК	Лев	70	39,0	265	245	226	187	226
12	Метро	81-717	228	172,5	1090	1004	918	745	918

Таблица 2.3.1.

Расчет вместимости подвижного состава различных видов транспорта классов вместимости в зависимости от норматива плотности стоящих пассажиров, устанавливаемого стандартом качества транспортного обслуживания

Интервал движения определяется как обратная величина к частоте и устанавливается с запасом 20 секунд на опоздание (чтобы избежать переполнения подвижного состава при естественной неравномерности движения), с округлением вниз до 0,5 минут исходя из практически реализуемой точности выполнения расписаний. Исходя из соображений качества перевозок, а также предельного времени ожидания пассажиром конкретного беспересадочного маршрута при наличии пересадочных альтернатив, интервал движения в час пик принимается не более 8 минут (то есть, если по условиям потока интервал может быть больше, расходы всё равно закладываются по интервалу 8 минут). Время оборотного рейса установлено исходя из скорости сообщения 18 км/ч, с учетом запаса на опоздание (10% времени) и округления вверх до интервала (т.к. транспорт не может отправиться с конечной раньше, чем определено интервалами). Выпуск подвижного состава определен делением времени оборотного рейса на интервал, парк — делением выпуска на коэффициент технической готовности. Следует избегать путаницы: в данном случае необходимо использовать именно коэффициент технической готовности, а не коэффициент выпуска, так как техническая готовность означает предельную возможность по выпуску подвижного состава относительно парка (что и необходимо при расчете плановых возможностей), а коэффициент выпуска означает фактически сложившуюся ситуацию с долей подвижного состава, выпускаемого на линию. Исходя из типичного соотношения интервалов движения по периодам

суток определено число рейсов по периодам суток; умножая время оборотного рейса и длину рейса на число рейсов, определяем объем рабочего времени водителей и пробег в сутки, соответственно. Годовые параметры (пробег, время в наряде) определены по коэффициентам перехода от суток буднего дня к году, определяемым в среднем по сложившимся расписаниям на маршрутных сетях крупных городов (с учетом соотношения числа будних и выходных дней, а также соотношения пробега и времени в наряде в будни и выходные).

Полученные таким образом базовые параметры маршрута (парк, выпуск, пробег, время, протяженность инфраструктуры ГЭТ) позволяют произвести сравнительный расчет годовых затрат на брутто-контракт на работу условного маршрута в соответствии с Порядком определения НМЦК (приказ Минтранса России от 20 октября 2021 г. №351). Наиболее эффективным (при заданном пассажиропотоке в сечении маршрута в час пик) является вид транспорта, который позволяет обеспечить норматив качества обслуживания (плотность наполнения не более норматива, установленного социальным стандартом) при наименьших затратах.

Результаты расчетов зависимости стоимости годовой транспортной работы на условном маршруте (по приказу №351) от пассажиропотока представлены на графиках ниже (рис. 1.3.3).

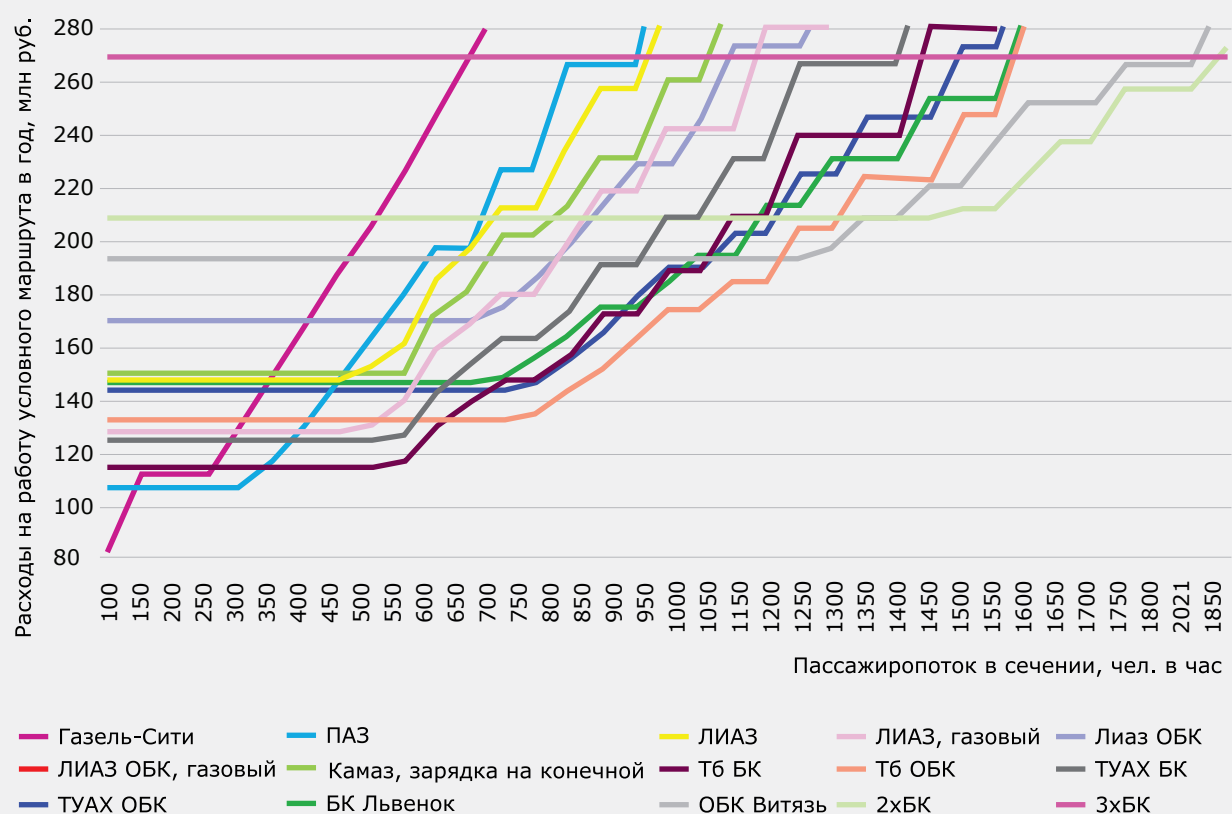


Рисунок 1.3.3.

Годовые затраты на работу условного 10 км маршрута, включая обслуживание инфраструктуры, в зависимости от пикового пассажиропотока в сечении, млн. руб.

Как можно видеть из графика, отслеживая наименьшее значение годовых расходов для данного вида транспорта (по оси ординат) при каждом значении пассажиропотока в сечении (по оси абсцисс):

- **При потоках до 100 пассажиров в час** наилучшие показатели у автобуса малого класса.
- **При потоках от 150 до 330 пассажиров в час** наиболее экономична работа автобуса среднего класса.
- **При потоках от 330 до 650 пассажиров в час** при наличии инфраструктуры наименьшие затраты у троллейбуса большого класса. Интересно, что автобус большого класса как бы не имеет ниши своего эффективного применения, т.к. при текущих соотношениях стоимости подвижного состава, запчастей, зарплат водителей троллейбус (на существующей инфраструктуре) сразу оказывается выгоднее на 12%. Это подтверждается практикой СССР, когда в ряде городов (например, в Твери) внутригородские перевозки практически полностью выполнялись городским электротранспортом. Однако для реальной оценки сфер эффективного применения видов транспорта необходимо учесть стоимость строительства инфраструктуры (см. раздел 1.5).
- **При потоках от 650 до 1 100 пассажиров в час** наиболее экономичным является троллейбус особо большого класса (ОБК). Его ближайший конкурент — троллейбус с увеличенным автономным ходом (ТУАХ) — практически во всем диапазоне потоков дорожее на 9–11% (сказывается более высокая стоимость подвижного состава, а также необходимость замены дорогостоящих батарей за срок службы — расходы на содержание энергохозяйства оказываются ниже). Ближайший автобусный конкурент — газовый автобус ОБК — при различных значениях потока дорожее на 11–26% и тоже не имеет своей ниши эффективного применения (даже на участках без контактной сети выгоднее организовать работу ТУАХ).
- **При потоках от 1 100 пассажиров в час** наиболее экономичным является трамвай (с длиной поезда 27–30 метров и более).

Широко распространенным заблуждением является внедренное ещё советской образовательной системой положение о том, что если поток легко осваивается автобусом, то именно автобус и нужно использовать для перевозок. Приведенный расчет показывает, что даже с учетом содержания инфраструктуры (трамвайный путь, энергохозяйство) ежегодные расходы по контракту на перевозки трамваем при потоке 1 110 пассажиров в час на газовом автобусе ОБК будут на 21% выше, а на троллейбусе ОБК — на 5% выше, чем на трамвае. Выбор транспорта должен осуществляться не по принципу возможности освоения потока (потенциально автобус может освоить и потоки метро, как показывает опыт Москвы с закрытием участков линий на реконструкцию и запуском автобусов ОБК с интервалом меньше 1 минуты), а по принципу минимизации социально-экономических издержек; основной смысл графика на рис. 1.3.3 — выбор вида транспорта, график эксплуатационных расходов по которому имеет наименьшее значение для заданного пассажиропотока.

Некоторые виды транспорта и комбинации вместимости при заданных условиях не имеют сфер эффективного применения ни при каком уровне пассажиропотока:

- Наименее выгодным видом транспорта, полностью лишенным эффективной сферы применения, оказывается электробус с 10-минутной зарядкой на каждой конечной станции — расходы по такому электробусу на 30–50% выше, чем по троллейбусу, и на 20–40% выше, чем по ТУАХ, в силу, прежде всего, потери производительности ПС во время зарядки на конечной и необходимости закупки дополнительных транспортных средств при обслуживании того же потока. Применение электробусов может стать эффективным только при условии, что они могут уверенно совершать пробег более 80–100 км (3–4 кругорейса) без подзарядки, что позволит обслуживать маршрут без увеличения потребности в подвижном составе в часы пик (зарядка будет происходить в межпиковое время по 30–50 минут за счет увеличения

интервалов). Однако и в этом случае электробусы как минимум на 18% дороже троллейбусов за счет существенного удорожания подвижного состава и аккумуляторов, и только дальнейшее кардинальное снижение стоимости аккумуляторов позволит электробусам найти свою нишу.

- Автобусы большого класса дороже своего ближайшего конкурента (троллейбуса большого класса на существующей инфраструктуре) не менее чем на 14% (при потоках 400–500 пассажиров в час), с ростом потока отставание автобуса в эффективности становится ещё сильнее.
- Одиночные трамвайные вагоны во всех диапазонах менее эффективны, чем троллейбусы особо большого класса или сочлененные трамвайные вагоны (или работающие по СМЕ в составе двух и более вагонов). Однако в диапазоне примерно от 600 до 1 100 пассажиров в час трамвай дороже ближайшего конкурента троллейбуса всего на 10%, а с ТУАХ или одиночным троллейбусом одиночный трамвай идет на том же уровне стоимости, поэтому с учетом преимуществ рельсового транспорта (более высокая скорость и надежность за счет физически обособленного полотна, приоритетный проезд перекрестков, снижение ДТП в 4 раза на 1 место-километр, большая экологичность за счет кратного снижения выбросов мелкодисперсных частиц при отказе от резиновых шин) трамвай также может рассматриваться в диапазоне свыше 600 пассажиров в час. Кроме того, следует учитывать факт совместного использования инфраструктуры несколькими трамвайными маршрутами: если часть маршрута трамвая проходит в коридоре другого мощного трамвайного маршрута с высоким потоком (и инфраструктура на совместно используемом участке «окупается» за счет этого мощного трамвайного маршрута), то оставшаяся недублируемая часть маршрута одиночного трамвая может окупаться при значительно меньших пассажиропотоках.
- Троллейбусы с увеличенным автономным ходом обходятся на 9–10% дороже классических троллейбусов, однако на потоках от 400 до 1 100 пассажиров в час ТУАХ являются вторыми по оптимальности после классических троллейбусов.

Таким образом, при наличии троллейбусной линии троллейбусной линии именно троллейбус выгоден в широком диапазоне потоков (от 330 до 1 100 пассажиров), в том числе в вариантах с увеличенным автономным ходом на участках, где еще не построили контактную сеть. Практически это означает, что дублирование автобусом большого класса протяженных участков существующей контактной сети нецелесообразно: такие маршруты должны преобразовываться в троллейбусные, в том числе с увеличенным автономным ходом.

1.4. Сравнительный анализ стоимости эксплуатации различных видов безрельсового транспорта

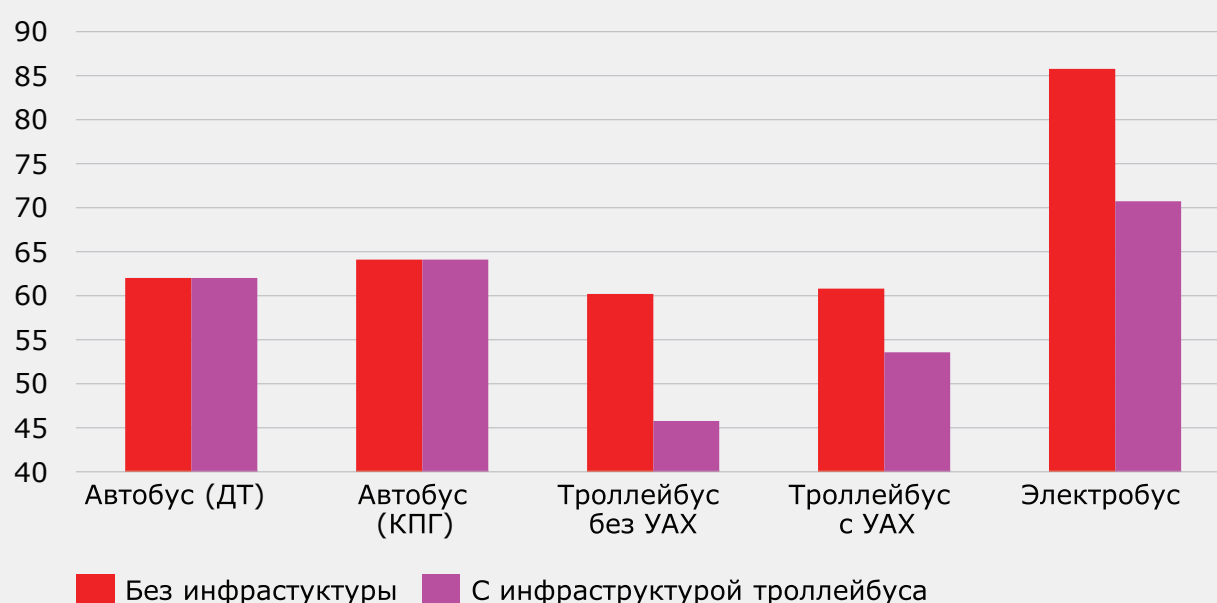
Исследование, проведенное Д. Фроловым, основано на основе данных сайта www.goszakupki.ru за 2021 год. В нём было проведено сравнение стоимости эксплуатации в течение жизненного цикла следующих видов подвижного состава:

- автобуса на дизельном топливе, автобуса на газовом топливе;
- троллейбуса без УАХ;
- троллейбуса с УАХ;
- электробуса с ультрабыстрой зарядкой.

При этом для троллейбусов расчёты проводились как для существующей на момент начала эксплуатации инфраструктуры, так и для варианта, когда её необходимо строить с «нуля».

В исследовании учитывались все факторы, влияющие на стоимость эксплуатации транспортного

средства, включая стоимость топлива, электроэнергии, строительства и содержания сопутствующей инфраструктуры (тяговые подстанции и зарядные станции, либо контактная или контактно-кабельная сети), ремонта и замены аккумуляторов. Все данные о стоимости взяты из реальных источников и соответствуют реальным госзакупкам на сайте www.goszakupki.ru из разных городов на 2021 год. При этом весь подвижной состав был взят в максимальной комплектации (наличие кондиционеров, систем мультимедиа, низкий пол, системы безопасности).



Стоимость эксплуатации видов транспорта, руб. на 1 км пробега.
Источник: Аналитика ПКТИ

Для получения недостающих данных была использована методика, утвержденная Приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 20.10.2021 № 351 «Об утверждении Порядка определения начальной (максимальной) цены контракта, а также цены контракта, заключаемого с единственным поставщиком (подрядчиком, исполнителем), при осуществлении закупок в сфере регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом».

Для унификации расчётов всем видам транспортных средств назначен одинаковый годовой пробег в 70 000 км.

Для оценки стоимости инфраструктуры, требуемой для функционирования разных видов транспорта, был взят стандартный маршрут протяжённостью 10 км в одну сторону. При этом принимается, что троллейбус с УАХ требует наличия контактной сети лишь на половине маршрута, а для эксплуатации электробуса на таком маршруте необходимо 5 зарядных станций.

Расчёты без инфраструктуры троллейбуса

№п/п	Статьи затрат	Ед. Изм.	Автобус (ДТ)	Автобус (КПГ)	Троллейбус без УАХ	Троллейбус с УАХ	Электробус
1	Техническое обслуживание и ремонт	тыс. руб.	15 540,00	17 879,20	16 275,00	16 800,00	30 618,00
2	Топливо/электроэнергия на движение	тыс. руб.	21 782,30	12 119,10	10 710,00	10 710,00	10 710,00
3	Цена инфраструктуры и ее обслуживания	тыс. руб.	0,00	0,00	19 967,50	9 983,80	12 723,00
4	Цена замены АКБ	тыс. руб.	0,00	0,00	0,00	5 500,00	0,00
5	Цена ТС с учетом обновления (с субсидией для автобусов с комбинированным газом)	тыс. руб.	28 071,40	37 757,10	16 500,00	21 000,00	36 800,00
	Итого на ед.	тыс. руб.	65 393,70	67 755,40	63 452,50	63 993,80	90 851,00
	Итого в расчете на 1 км пробега	руб./км	62,30	64,50	60,40	60,90	86,50

Расчёты с существующей инфраструктурой троллейбуса

№п/п	Статьи затрат	Ед. Изм.	Автобус (ДТ)	Автобус (КПГ)	Троллейбус без УАХ	Троллейбус с УАХ	Электробус
1	Техническое обслуживание и ремонт	тыс. руб.	15 540,00	17 879,20	16 275,00	16 800,00	27 195,00
2	Топливо/электроэнергия на движение	тыс. руб.	21 782,30	12 119,10	10 710,00	10 710,00	10 710,00
3	Цена инфраструктуры и ее обслуживания	тыс. руб.	0,00	0,00	4 567,50	2 283,80	0,00
4	Цена замены АКБ	тыс. руб.	0,00	0,00	0,00	5 500,00	0,00
5	Цена ТС с учетом обновления (с субсидией для автобусов с комбинированным газом)	тыс. руб.	28 071,40	37 757,10	16 500,00	21 000,00	36 800,00
	Итого на ед.	тыс. руб.	65 393,70	67 755,40	48 052,50	56 293,80	74 705,00
	Итого в расчете на 1 км пробега	руб./км	62,30	64,50	45,80	53,60	71,10

Таблица 4.

Сравнительные расчеты стоимости жизненного цикла различных видов транспорта (автобус с дизельным двигателем, автобус на компримированном газе, троллейбус, троллейбус с увеличенным автономным ходом, электробус)

Источник: Исследование Фролова Д.С

Расчёты данного исследования показали, что с учётом жизненного цикла использование троллейбуса с УАХ и особенно без УАХ обходится дешевле автобуса и электробуса. В случае наличия троллейбусной инфраструктуры разрыв в конечной стоимости километра пробега у троллейбуса и других видов транспорта становится весьма существенным: 45,8/53,6 руб./км без/с УАХ против 62–64 руб. для автобуса и 71 руб. для электробуса.

Китай-Чжэнчжоу. После довольно значительных по времени экспериментов с различными видами электробусов власти Чжэнчжоу приняли решение о восстановлении троллейбусного движения 1 января 2021 года. Движение троллейбусов, открытое в 1979 году, было прекращено осенью 2009 года и окончательно закрыто в январе 2010 года. Основная причина — в 2016 г. правительство Китая существенно снизило субсидии на закупки электробусов, выделяемые им с 2009 года, переориентировав их на электромобили.

Рисунок 12.
Новая троллейбусная линия в Китае,
г. Чжэньчжоу



Германия — Берлин. Троллейбусная система в Берлине действовала с 1933 г. до 1973 г. В 2018 году транспортный отдел Сената Берлина провёл исследования пассажирских перевозок в городе, изучил предложения изготовителей и разработал технико-экономический анализ, на основе которого принял решение спустя полвека вернуть троллейбус в столицу Германии, в район Шпандау. На первом этапе власти города проведут тестовую эксплуатацию системы для исследования поведения пассажиров и реакции горожан. Для большей гибкости будет использован троллейбус с увеличенным автономным ходом. Проект планируется запустить в 2022–2023 гг.

Рисунок 13.
Троллейбус в Берлине



1.5. Сравнительный расчет эффективности транспортного обслуживания при строительстве новой инфраструктуры для пассажирского транспорта общего пользования

Результаты сравнения видов транспорта на существующей инфраструктуре показывают, что при нынешнем уровне развития техники, стоимости, весогабаритных характеристиках аккумуляторов при потоках от 350 до 1 100 пассажиров в час наиболее выгодным, даже с учетом расходов на ее содержание, оказывается использование контактной сети.

Закономерным будет вопрос о том, каковы пределы эффективного применения видов транспорта с учетом нового строительства инфраструктуры. Эту задачу мы рассмотрим как инфраструктурный проект транспортного обслуживания нового жилого района: первоначальные вложения в новый участок инфраструктуры должны окупаться за счет более экономичной эксплуатации электрического и рельсового транспорта. Сценарии проектов предполагают вложение в инфраструктуру различных видов транспорта (для автобуса и троллейбуса — строительство дополнительных полос движения, для трамвая — рельсового полотна, для электротранспорта — контактной сети либо зарядных станций). Будем считать, что эксплуатация производится на том же 10-километровом участке маршрута (20 км одиночного пути вся линия), а стройка выполняется для части этой линии (от 0,5 до 20 км одиночного пути).

Оценка эффективности сценариев производится по показателю NPV (net present value — чистая приведенная стоимость), который определяется по нижеследующей формуле:

$$NPV(x) = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1 + R)^t}$$

n количество временных периодов (лет)

t номер периода (года)

CF денежный поток (Cash Flow)

R стоимость капитала
(ставка дисконтирования, Rate)

Доходами проекта (билетной выручкой) можно пренебречь, т.к. она не зависит от вида транспорта, и рассматривать в качестве cash flow только расходы: в первый год средства идут на проектирование (10% от стоимости строительства), во второй — на строительство, в третий и последующие — на эксплуатацию. Ставку дисконтирования (стоимость капитала) примем аналогично показателям по государственному кредитованию инфраструктурных проектов, составляющим 6,56%. Для расчета стоимости строительства инфраструктуры примем:

- полоса движения безрельсового транспорта — 35 млн руб./км одиночной полосы;
- для троллейбуса — контактная сеть 15,2 млн.руб./кмп (для ТУАХ принимаем с коэффициентом 0,6, имея в виду, что только 60% трассы обустраивается новой инфраструктурой);
- зарядные станции электробуса — 1 зарядная станция с учетом стоимости монтажа на 3 единицы требуемого парка по 20,2 млн руб./ед.;
- трамвайные пути — 150 млн руб./кмп.

Стоимость эксплуатации примем аналогично предыдущему разделу исходя из длины маршрута 10 км (оборотный рейс — 20 км одностороннего пути).

Срок жизни проекта примем равным 30 лет. Действительно, принятие слишком коротких сроков (до 10 лет) не позволяет в полной мере учесть долгосрочность вложений (ведь построенная трамвайная или троллейбусная линия позволит экономить расходы в течение как ближайших 30 лет исходя из долговечности тяговых подстанций, питающих фидеров, опор контактной сети, трамвайных путей). С другой стороны, слишком большой срок приводит к учету пользы в слишком отдаленные периоды, когда в силу изменения транспортного спроса эта польза может уже не быть востребована (кардинально поменяется ландшафт застройки, места жительства и приложения труда, существенно изменится подвижность в силу технологического роста и мер по охране здоровья), да и экономия эксплуатационных расходов, дисконтированная за период более 30 лет, составляют уже лишь 15% от таковой в первые годы.

Существенное отличие данной задачи от предыдущей состоит в появлении новой переменной — длины строящегося участка. Очевидно, что добавление 500 метров пути к трамвайной линии может окупиться сравнительно быстро, а вот при строительстве 20-километровой линии с нуля окупаемость будет совершенно иной. Таким образом, решением данной системы является трехмерная зависимость NPV от потока и длины строящегося участка линии. Чтобы избежать сложных графиков, было принято решение построить зависимость потока, требуемого для эффективной эксплуатации, от дальности (без показа NPV). Полученный график содержится на рис. 1.5.1. Начальные условия (без строительства) те же, что и в сравнении эксплуатации без новых линий.

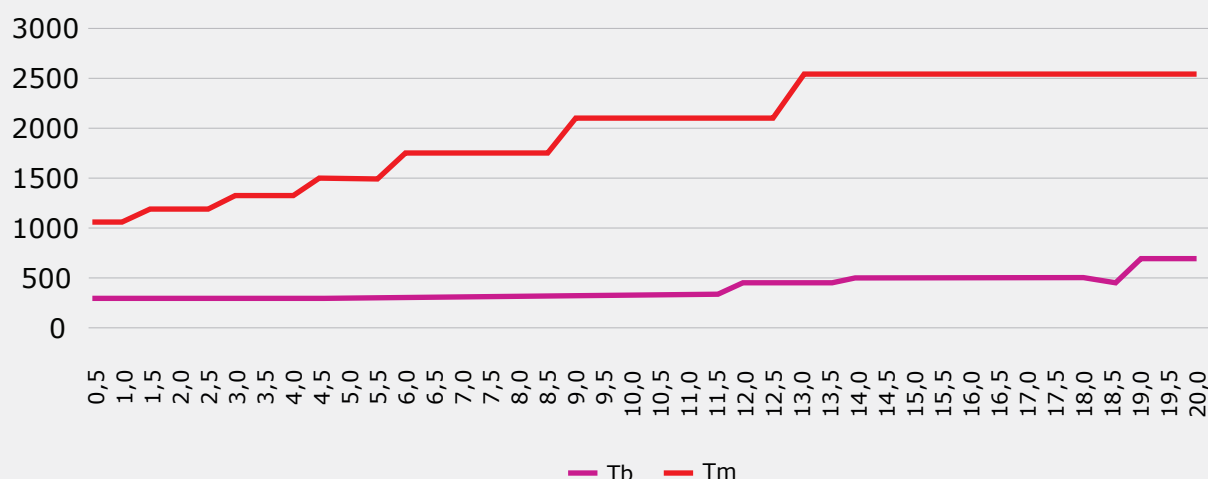


Рисунок 2.5.1.

Значение пассажиропотока, при котором строительство линии данного вида транспорта заданной длины является наиболее эффективным по сравнению с развитием других видов транспорта, чел. в час в пиковом сечении

Графики показывают, что троллейбусная линия при продлении до 2 км эффективна уже при потоке 330 пассажиров в час, причем окупаемость достигается уже за первые полгода эксплуатации (расходы на эксплуатацию троллейбусной линии будут 98,1 млн руб. в год, тогда как по автобусу — 127,9 млн руб. в год; экономия в 27,9 млн. рублей в год уже в первый год с небольшим покроет затраты на строительство — 15 млн рублей за километр). Учитывая сравнительную экономичность строительства троллейбусных линий (всего лишь 15 млн руб./кмп.), требуемый поток для обоснования окупаемости троллейбусной линии длиной до 11,5 километров — 380 пассажиров в час, до 13,5 километров — 500 пассажиров в час, до 18,5 км — 530 пассажиров, до 20 км линии (одиночного пути) — 720 пассажиров в час.

Трамвай требует существенно более высоких пассажиропотоков в сечении из-за высокой стоимости инфраструктуры (принято 150 млн руб./кмп.). При небольшом продлении (до 5 км) необходимо 1 100–1 360 пассажиров в час для окупаемости, а для линии на 13–20 км требуется уже 2 500 пассажиров в сечении в час.

1.6. Выводы

Каждый вид городского транспорта имеет сферу наибольшей социально-экономической эффективности (в зависимости от пикового пассажиропотока и длины маршрута), в которой суммарные издержки (эксплуатационные затраты, затраты времени населения, ущерб от ДТП и экологический ущерб) при организации перевозок будут минимальными. Для экономических условий России, в части эксплуатационных затрат:

- При потоках до 300–350 пассажиров (транспортная связь районов с населением до 4–10 тыс. жителей с другими районами города) наиболее эффективен автобус среднего класса (при потоках до 100 пассажиров — малого класса).
- При потоках от 350–720 до 1 100–2 500 пассажиров (транспортная связь районов с населением от 4 до 25 тыс. жителей), в зависимости от протяженности линии, наиболее целесообразен троллейбус, причем строительство троллейбусной линии небольшой протяженности — до 1 километра — окупится уже в первый год эксплуатации, а при отсутствии контактной сети на вводимом участке (и наличии сети на оставшейся части маршрута) следует, на период до строительства троллейбусной линии, применять троллейбус с увеличенным автономным ходом.
- При потоках свыше 1 100–2 500 пассажиров (транспортная связь районов с населением более 25 тыс. жителей), в зависимости от протяженности линии, наиболее эффективен трамвай, причем при потоках свыше 2 500 пассажиров (для районов с числом жителей свыше 30–40 тыс.) трамвайную линию выгодно строить даже при высокой протяженности (до 20 км одиночного пути).
- С учетом этапности строительства, постепенное (поэтапное) продление линии выгодно при меньших значениях пассажиропотока, чем требуется для обоснования единовременного продления линии на полную длину.

Если учитывать также социально-экономические эффекты от снижения загрязнения, ущерба от ДТП и затрат времени населения, то сферы эффективного применения электротранспорта сместятся на ещё меньшие значения пассажиропотока (троллейбус будет выгоднее уже начиная с 300 пассажиров в час, трамвай — примерно с 600 пассажиров в час).

Исходя из этих параметров, в больших городах России (с населением 100 и более тыс. жителей) электрическим транспортом (троллейбус, в т.ч. с увеличенным автономным ходом, трамвай)

должно перевозиться свыше 70% пассажиров, что уже было достигнуто в ряде городов во времена СССР (например, в Твери, Екатеринбурге, Челябинске и ряде других городов) при научно обоснованном централизованном планировании транспортных систем городов.

Целесообразность данного вектора развития подтверждается мировой практикой: за последние 30 лет протяженность трамвайных и троллейбусных линий существенно возросла (в частности, трамвай заново открыт более чем в 130 городах мира). При надлежащем планировании и управлении транспортом в городах происходит постепенное замещение автобусного транспорта — троллейбусным, троллейбусного — трамвайным (в ряде случаев сразу же автобусного — трамвайным).

Замещение автобусных маршрутов с высоким пассажиропотоком электротранспортом (троллейбус, трамвай) в городах с населением от 100 тыс. жителей позволит:

- сократить суммарные расходы населения и бюджета на транспорт на 10–20% (в том числе — в 2–5 раз сократить именно бюджетные расходы, которые должны составлять 20–40% от суммарных расходов на общественный транспорт);
- на 10–15% сократить затраты времени населения (за счет обособленных трамвайных путей без доступа автомобилей, приоритетного пропуска трамвайного транспорта на перекрестках);
- в 2–3 раза сократить ущерб от ДТП (статистически рельсовый транспорт в 4 раза безопаснее автобусных перевозок);
- на 30–40% сократить ущерб от загрязнения окружающей среды.

Обоснованность решений при планировании и управлении маршрутными сетями определяет, в какой мере города смогут обеспечить достижение национальных целей России.

Как показывают последующие разделы отчета, в России наблюдается обратная тенденция — кратное сокращение использования электротранспорта (в ряде городов он был закрыт, в большинстве городов пассажиропотоки ГЭТ сократились в 5–10 раз относительно уровня СССР). Причиной является действующая система управления, имеющая недостаточную мотивацию для органов власти и перевозчиков к повышению социально-экономической эффективности транспортной системы.

ЧАСТЬ 2

Текущее состояние троллейбусных систем в России

2.1. Города России с троллейбусным движением

На 2022 год троллейбус действует в 83 городах России. В РФ находится 81 троллейбусное предприятие.

В 1990 году троллейбусное движение существовало в 91 городе на современной территории России (см. таблицу 2.1). В таблице показаны города, имевшие троллейбусные транспортные системы по состоянию на 1991 год и позже.

Россия остаётся «самой троллейбусной» страной мира — среди всех стран она лидирует и по числу городов, и по протяжённости линий, и по численности подвижного состава. По состоянию на 2022 год в эксплуатации находятся около 9 000 км одиночного пути троллейбусных линий и 7 148 пассажирских троллейбусов. Троллейбус присутствует в 40 из 50 крупнейших городов России, во многих из них является одним из ключевых видов транспорта.

Таблица 2.1.

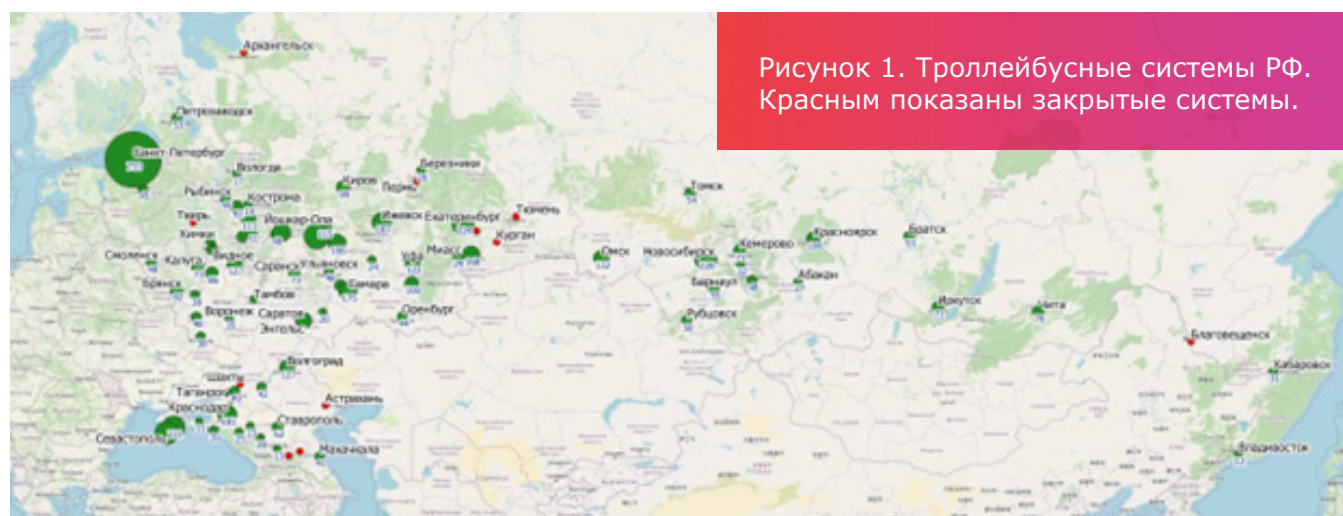
Показатели развития городов России с троллейбусным движением на 2022 год.

Градиенты цвета (красный — наихудшее значение по столбцу, зеленый — наилучшее) показывают градацию числовых значений

№	Город	Протяженность сети, км	Парк троллейбусов, шт.	Величина парка на км сети, шт./км
1	2	3	4	5
1	Санкт-Петербург	679,1	700	1,03
2	Симферополь	562,7	172	0,31
3	Новосибирск	253,6	234	0,92
4	Нижний Новгород	249,9	188	0,75
5	Уфа	224,6	163	0,73
6	Тольятти	220,7	72	0,33
7	Самара	212,7	219	1,03
8	Челябинск	212,4	158	0,74
9	Казань	209,3	178	0,85
10	Оренбург	203,0	44	0,22
11	Ростов-на-Дону	191,3	60	0,31
12	Чебоксары	180,6	241	1,33
13	Краснодар	179,4	181	1,01
14	Екатеринбург	168,6	230	1,36
15	Омск	157,0	134	0,85
16	Рязань	150,1	134	0,89
17	Брянск	147,0	82	0,56
18	Саранск	146,3	77	0,53
19	Иваново	144,3	117	0,81
20	Саратов	136,5	197	1,44
21	Красноярск	136,3	125	0,92
22	Севастополь	131,5	302	2,30
23	Пенза	127,9	64	0,50
24	Калуга	123,3	89	0,72

№	Город	Протяженность сети, км/п	Парк троллейбусов, шт.	Величина парка на км сети, шт./км/п
1	2	3	4	5
25	Белгород	121,6	38	0,31
26	Ижевск	112,3	207	1,84
27	Йошкар-Ола	112,2	125	1,11
28	Киров	108,0	82	0,76
29	Калининград	108,0	44	0,41
30	Стерлитамак	106,3	102	0,96
31	Воронеж	106,2	38	0,36
32	Иркутск	104,4	68	0,65
33	Ярославль	103,9	103	0,99
34	Ставрополь	103,2	62	0,60
35	Кемерово	100,1	77	0,77
36	Волгоград	99,2	168	1,69
37	Петрозаводск	98,2	58	0,59
38	Ялта	88,0	51	0,58
39	Томск	86,7	74	0,85
40	Курск	82,3	47	0,57
41	Балаково	82,1	39	0,48
42	Волгодонск	81,7	30	0,37
43	Нальчик	79,2	16	0,20
44	Владимир	78,0	64	0,82
45	Орёл	76,5	41	0,54
46	Мурманск	76,4	107	1,40
47	Тамбов	73,4	11	0,15
48	Рыбинск	69,5	54	0,78
49	Ульяновск	68,3	59	0,86
50	Барнаул	67,5	57	0,84
51	Новороссийск	63,2	43	0,68
52	Таганрог	63,1	12	0,19
53	Новокузнецк	59,9	62	1,04
54	Хабаровск	58,1	34	0,59
55	Тула	56,8	97	1,71
56	Кострома	56,1	25	0,45
57	Махачкала	56,0	29	0,52
58	Ковров	55,8	53	0,95
59	Березники	54,0	28	0,52
60	Альметьевск	52,8	24	0,45
61	Майкоп	52,3	24	0,46
62	Дзержинск	49,7	44	0,89
63	Вологда	49,5	20	0,40
64	Миасс	48,6	41	0,84
65	Абакан	48,6	27	0,56
66	Новокуйбышевск	48,5	30	0,62
67	Братск	44,4	53	1,19
68	Черкесск	43,6	29	0,67
69	Ленинск-Кузнецкий	43,0	33	0,77

№	Город	Протяженность сети, км/оп	Парк троллейбусов, шт.	Величина парка на км сети, шт./км/оп
1	2	3	4	5
70	Москва	41,6	3	0,07
71	Энгельс	40,6	42	1,03
72	Подольск	38,6	41	1,06
73	Чита	38,4	88	2,29
74	Алушта	38,4	23	0,60
75	Рубцовск	37,0	49	1,32
76	Смоленск	35,0	49	1,40
77	Армавир	34,6	23	0,66
78	Новочебоксарск	31,9	36	1,13
79	Керчь	30,6	8	0,26
80	Великий Новгород	27,8	33	1,19
81	Химки	23,9	31	1,30
82	Видное	22,6	19	0,84
83	Владивосток	13,0	12	0,92
84	Пермь	0,0	0	-
85	Липецк	0,0	0	-
86	Архангельск	0,0	0	-
87	Тюмень	0,0	0	-
88	Астрахань	0,0	0	-
89	Владикавказ	0,0	0	-
90	Шахты	0,0	0	-
91	Благовещенск	0,0	0	-
92	Каменск-Уральский	0,0	0	-
93	Грозный	0,0	0	-
94	Камышин	0,0	0	-
95	Сызрань	0,0	0	-
96	Набережные Челны	0,0	0	-
97	Тверь	0,0	0	-
98	Курган	0,0	0	-
99	ВСЕГО	8999,3	7148	0,79



В 13 городах (14,3%) троллейбусное движение было закрыто. Было прекращено строительство троллейбуса в городах Камышин, Старый Оскол. В Москве единственный сохранившийся троллейбусный маршрут носит скорее декоративный характер, при этом весной 2022 года этот маршрут был временно закрыт из-за ремонтных работ. С 1 июля 2022 года перестал работать троллейбус в Белгороде. Во многих городах троллейбусные сети существенно сократились как по протяжённости маршрутов, так и по численности подвижного состава, а роль троллейбуса в пассажироперевозках упала до минимума.

С другой стороны, в шести городах (Великий Новгород, Видное, Подольск, Смоленск, Химки, Сызрань) троллейбусное движение было организовано после 1990 года. В Сызрани троллейбусное движение, открытое 1 сентября 2002 года, было закрыто в ноябре 2009 года.

Проект «Комплексной схемы организации транспортного обслуживания населения общественным транспортом Белгородской городской агломерации» (далее КСОТ) включает не только сохранение, но и последовательное развитие троллейбусного движения (в том числе в связи с большей экономичностью троллейбуса по сравнению с автобусом). Утверждение КСОТ Белгородской агломерации означает обязательство органов публичной власти исполнять обоснованные специалистами запланированные мероприятия по развитию троллейбусного сообщения.

По данным проекта КСОТ, пассажиропоток на центральных улицах г. Белгорода составляет более 25 тысяч пассажиров в сутки, что соответствует значениям свыше 2,5 тысяч в час пик в каждом направлении. Согласно расчетам, при указанных пассажиропотоках затраты на работу автобусного маршрута (автобусы большого класса) в указанном коридоре будут превышать затраты на работу троллейбусного маршрута на 48%, а при применении троллейбуса с автономным ходом (с зарядкой на обустроенных контактной сетью участках и выходом за пределы контактной сети) — на 38%.



Белгород. Троллейбус
«Витовт» производства БКМ
Фото: Георгий Красников.

При общих затратах на транспортное обслуживание города, составляющих, по данным реестра городских маршрутов и Приказа Минтранса России №351, около 5,8 млрд рублей в год, **экономия при использовании троллейбусного транспорта может составить** суммарно по всей маршрутной сети не менее 20% расходов, или **не менее 1,2 млрд рублей ежегодно**. Таким образом, **принимаемое решение о ликвидации троллейбусного движения ведет к прямым убыткам для города и региона в размере не менее 1,2 млрд рублей в год**.

Мэр г. Белгород ссылается на высокий износ энергохозяйства (требуется вложения в размере 1,5–2,0 млрд рублей в реконструкцию контактной сети «изжившего себя» транспорта) и предлагает в будущем развивать электробус. Тем временем одна зарядная станция электробуса с монтажом ещё в 2017 году обходилась не менее чем в 20 млн рублей, со стоимостью обслуживания не менее 130 тыс. рублей в месяц; один электробус оценивается не менее чем в 58 млн рублей (для сравнения, аналогичный троллейбус с автономным ходом — около 35 млн рублей). Суммарные капитальные затраты на организацию работы 100 электробусов с учетом инфраструктуры составят не менее 6,5 млрд рублей, в то время как для троллейбусной сети потребовалось бы около 5,5 млрд рублей (даже при единовременной покупке всех троллейбусов заново). **Таким образом, необоснованные предложения об электробусах обойдутся на 1 млрд рублей дороже, чем восстановление троллейбусного сообщения**. При этом вложения в обновление инфраструктуры троллейбуса окупятся уже в течение 2 лет — за счет экономии на эксплуатации по сравнению с автобусным транспортом.



Интересно взглянуть на эффективность использования инфраструктуры троллейбусного транспорта. Косвенным показателем эффективности является удельная численность парка троллейбусов на километр одиночного пути троллейбусных линий (табл. 2.2):

- Высокая концентрация троллейбусов на маршруте означает, что интервал движения небольшой, обеспечивается высокое качество перевозок для пассажиров.
- Высокая частота движения привлекает пассажиров, сохраняет пассажиропоток за троллейбусным транспортом.
- Линии троллейбуса изначально проложены в коридорах с высокой интенсивностью пассажиропотока (что обусловило высокую частоту движения). Это свидетельствует о надлежащем качестве транспортного планирования.
- Удельные постоянные расходы на содержание энергохозяйства и контактной сети в расчете на пассажиро-место-километр в таких городах минимальны, что усиливает эффективность и преимущества троллейбуса, снижает расходы города на транспортное обслуживание.
- Маршруты троллейбуса (скорее всего) не дублируются автобусными маршрутами, что позволяет сохранить финансовую эффективность троллейбусных перевозок на высоком уровне. Это свидетельствует о надлежащем качестве управления маршрутной сетью со стороны городской администрации (но не всегда: возможно движение троллейбусов с высокой частотой, но без достаточной загрузки из-за дублирования).
- Скорее всего, данные города заботятся о развитии троллейбусного транспорта и отдают ему приоритет при управлении маршрутной сетью.

Какими бы «уникальными» ни были условия в конкретных городах, но строительство контактной сети, как правило, обуславливается высокой интенсивностью её использования. Если построена сеть, в которой на 10 километров линии приходится всего один троллейбус, это свидетельствует о значительных интервалах движения и низких пассажиропотоках, явно не соответствующих рекомендуемым диапазонам по экономической эффективности; в таких условиях троллейбус мог быть обоснован только особыми условиями (например, повышенными экологическими требованиями в условиях Крыма).

В лидерах по эффективности использования троллейбусного транспорта — Севастополь, Чита, Ижевск, Тула, Волгоград, Саратов, Мурманск, Екатеринбург, Рубцовск, Химки. В этих же городах наблюдалось развитие троллейбуса в последние годы: в Чите в настоящее время строится новая троллейбусная линия (5,7 км одиночного пути), в Саратове восстановлено движение троллейбусов по мосту через Волгу в Энгельс (9 км одиночного пути). В ряде городов (в т.ч. Севастополь) высокий показатель численности парка свидетельствует также о росте парка троллейбусов с увеличенным автономным ходом.

На противоположной чаше весов — города, в которых троллейбусная сеть была хорошо развита, однако дублирование троллейбусных маршрутов автобусными (по итогам решений городских администраций, управлявших маршрутными сетями) привело к сокращению пассажиропотока и доходов троллейбуса. Лишившись средств на обновление основных фондов (подвижного состава и контактной сети), троллейбусные предприятия стали стремительно терять парк троллейбусов; с ростом интервалов движения троллейбусов падение пассажиропотока и выручки ещё больше усугублялось. Данные тезисы не относятся только к междугородним троллейбусным линиям Крыма, где низкая частота движения является естественной, но не находит оправдания в городских условиях.

Такие города, как Керчь, Нальчик, Таганрог и Тамбов с парком в 8–16 троллейбусов на весь город уже практически полностью лишились троллейбусного транспорта. Крайне низкие показатели парка в Оренбурге с огромной троллейбусной сетью (203 км). Ростов-на-Дону уже приступил к процессу восстановления троллейбусного движения по некогда внушительной сети, но ещё значительная часть сети находится в консервации или недостаточно используется. Под угрозой закрытия — Вологда, Калининград, Воронеж. Объявила о закрытии троллейбуса Кострома. В процессе ликвидации — троллейбусное движение в Белгороде.

Таблица 2.2. Города России с троллейбусным движением, отсортированные по убыванию величины парка на километр протяженности сети. Цветом показаны градации числовых значений, от наилучших (зеленым) к наихудшим (красным).

№	Город	Протяженность сети, км/п	Парк троллейбусов, шт.	Величина парка на км сети, шт./км/п
1	2	3	4	5
1	Севастополь	131,5	302	2,30
2	Чита	38,4	88	2,29
3	Ижевск	112,3	207	1,84
4	Тула	56,8	97	1,71
5	Волгоград	99,2	168	1,69
6	Саратов	136,5	197	1,44
7	Мурманск	76,4	107	1,40

№	Город	Протяженность сети, км/оп	Парк троллейбусов, шт.	Величина парка на км сети, шт./км/оп
1	2	3	4	5
8	Смоленск	35,0	49	1,40
9	Екатеринбург	168,6	230	1,36
10	Чебоксары	180,6	241	1,33
11	Рубцовск	37,0	49	1,32
12	Химки	23,9	31	1,30
13	Братск	44,4	53	1,19
14	Великий Новгород	27,8	33	1,19
15	Новочебоксарск	31,9	36	1,13
16	Йошкар-Ола	112,2	125	1,11
17	Подольск	38,6	41	1,06
18	Новокузнецк	59,9	62	1,04
19	Энгельс	40,6	42	1,03
20	Санкт-Петербург	679,1	700	1,03
21	Самара	212,7	219	1,03
22	Краснодар	179,4	181	1,01
23	Ярославль	103,9	103	0,99
24	Стерлитамак	106,3	102	0,96
25	Ковров	55,8	53	0,95
26	Владивосток	13,0	12	0,92
27	Новосибирск	253,6	234	0,92
28	Красноярск	136,3	125	0,92
29	Рязань	150,1	134	0,89
30	Дзержинск	49,7	44	0,89
31	Ульяновск	68,3	59	0,86
32	Томск	86,7	74	0,85
33	Омск	157,0	134	0,85
34	Казань	209,3	178	0,85
35	Барнаул	67,5	57	0,84
36	Миасс	48,6	41	0,84
37	Видное	22,6	19	0,84
38	Владимир	78,0	64	0,82
39	Иваново	144,3	117	0,81
40	Рыбинск	69,5	54	0,78
41	Кемерово	100,1	77	0,77
42	Ленинск-Кузнецкий	43,0	33	0,77
43	Киров	108,0	82	0,76
44	Нижний Новгород	249,9	188	0,75
45	Челябинск	212,4	158	0,74
46	Уфа	224,6	163	0,73
47	Калуга	123,3	89	0,72
48	Новороссийск	63,2	43	0,68
49	Черкесск	43,6	29	0,67
50	Армавир	34,6	23	0,66
51	Иркутск	104,4	68	0,65
52	Новокуйбышевск	48,5	30	0,62
53	Ставрополь	103,2	62	0,60

№	Город	Протяженность сети, км/оп	Парк троллейбусов, шт.	Величина парка на км сети, шт./км/оп
1	2	3	4	5
54	Алушта	38,4	23	0,60
55	Петрозаводск	98,2	58	0,59
56	Хабаровск	58,1	34	0,59
57	Ялта	88,0	51	0,58
58	Курск	82,3	47	0,57
59	Брянск	147,0	82	0,56
60	Абакан	48,6	27	0,56
61	Орёл	76,5	41	0,54
62	Саранск	146,3	77	0,53
63	Березники	54,0	28	0,52
64	Махачкала	56,0	29	0,52
65	Пенза	127,9	64	0,50
66	Балаково	82,1	39	0,48
67	Майкоп	52,3	24	0,46
68	Альметьевск	52,8	24	0,45
69	Кострома	56,1	25	0,45
70	Калининград	108,0	44	0,41
71	Вологда	49,5	20	0,40
72	Волгодонск	81,7	30	0,37
73	Воронеж	106,2	38	0,36
74	Тольятти	220,7	72	0,33
75	Ростов-на-Дону	191,3	60	0,31
76	Белгород	121,6	38	0,31
77	Симферополь	562,7	172	0,31
78	Керчь	30,6	8	0,26
79	Оренбург	203,0	44	0,22
80	Нальчик	79,2	16	0,20
81	Таганрог	63,1	12	0,19
82	Тамбов	73,4	11	0,15
83	Москва	41,6	3	0,07
84	Архангельск	0,0	0	-
85	Астрахань	0,0	0	-
86	Благовещенск	0,0	0	-
87	Владикавказ	0,0	0	-
88	Грозный	0,0	0	-
89	Каменск-Уральский	0,0	0	-
90	Курган	0,0	0	-
91	Липецк	0,0	0	-
92	Пермь	0,0	0	-
93	Сызрань	0,0	0	-
94	Тверь	0,0	0	-
95	Тюмень	0,0	0	-
96	Шахты	0,0	0	-
97	Всего	8999,3	7148,0	0,79

Проведем аналогичный анализ по удельному пассажиропотоку на единицу парка транспортных средств в день. В связи с тем, что расходы общественного транспорта главным образом приходятся именно на парк транспортных средств (парк определяет среднестатистический пробег, время водителей в наряде, расходы на ремонт и обновление парка), именно среднечасовая перевозка определяет финансовую устойчивость предприятия электротранспорта. **В таблице 2.3. использованы данные о пассажиропотоках за 2019 год.**

Таблица 2.3.

Эффективность перевозок с позиций пассажиропотока, приходящегося на 1 троллейбус в будний день. Цветом показаны градации числовых значений по столбцам, от наилучших (зеленым) к наихудшим (красным).

№	Город	Протяженность сети, км/оп	Парк троллейбусов, шт.	Величина парка на км сети, шт./км/оп	Пассажиропоток, млн. пасс./год	Величина потока на единицу парка, чел./ед. в день
1	2	3	4	5	6	7
1	Ленинск-Кузнецкий	43,0	33	0,77	10,1	1024,9
2	Рубцовск	37,0	49	1,32	12,8	872,8
3	Владимир	78,0	64	0,82	16,1	838,5
4	Чебоксары	180,6	241	1,33	58,9	814,2
5	Волгодонск	81,7	30	0,37	7,2	797,4
6	Мурманск	76,4	107	1,40	24,5	762,5
7	Санкт-Петербург	679,1	700	1,03	148,7	708,2
8	Ижевск	112,3	207	1,84	43,4	698,5
9	Новосибирск	253,6	234	0,92	48,9	696,6
10	Тамбов	73,4	11	0,15	2,3	695,7
11	Чита	38,4	88	2,29	17,7	672,3
12	Керчь	30,6	8	0,26	1,6	667,2
82	Березники	54,0	28	0,52	5,5	650,0
13	Саранск	146,3	77	0,53	15,0	648,7
14	Калуга	123,3	89	0,72	17,2	642,5
15	Рыбинск	69,5	54	0,78	10,4	639,8
16	Химки	23,9	31	1,30	5,9	635,0
17	Подольск	38,6	41	1,06	7,6	614,6
18	Альметьевск	52,8	24	0,45	4,3	600,9
19	Курск	82,3	47	0,57	8,1	577,9
20	Барнаул	67,5	57	0,84	9,8	572,2
21	Дзержинск	49,7	44	0,89	7,5	567,5
22	Ковров	55,8	53	0,95	9,0	564,1
23	Иркутск	104,4	68	0,65	11,4	556,6
24	Киров	108,0	82	0,76	12,5	509,8
25	Майкоп	52,3	24	0,46	3,6	495,9
26	Братск	44,4	53	1,19	7,8	492,5

№	Город	Протяжён- ность сети, км/оп	Парк троллей- бусов, шт.	Величина парка на км сети, шт./км/оп	Пассажиро- поток, млн. пасс./год	Величина потока на единицу парка, чел./ед. в день
1	2	3	4	5	6	7
27	Петрозаводск	98,2	58	0,59	8,4	480,6
28	Стерлитамак	106,3	102	0,96	14,7	479,7
29	Кемерово	100,1	77	0,77	10,7	461,9
30	Абакан	48,6	27	0,56	3,7	458,6
31	Челябинск	212,4	158	0,74	21,6	456,5
32	Казань	209,3	178	0,85	23,9	447,6
33	Ялта	88,0	51	0,58	6,4	419,8
34	Калининград	108,0	44	0,41	5,5	417,9
35	Екатеринбург	168,6	230	1,36	28,8	417,9
36	Ярославль	103,9	103	0,99	12,5	403,6
37	Махачкала	56,0	29	0,52	3,5	402,0
38	Краснодар	179,4	181	1,01	21,6	398,3
39	Видное	22,6	19	0,84	2,3	396,5
40	Орёл	76,5	41	0,54	4,8	394,2
41	Черкесск	43,6	29	0,67	3,4	390,9
42	Новокузнецк	59,9	62	1,04	7,2	385,4
43	Смоленск	35,0	49	1,40	5,6	381,8
44	Симферополь	562,7	172	0,31	19,5	378,3
45	Миасс	48,6	41	0,84	4,6	374,2
46	Владивосток	13,0	12	0,92	1,3	372,5
47	Омск	157,0	134	0,85	14,8	367,5
48	Таганрог	63,1	12	0,19	1,2	342,6
49	Томск	86,7	74	0,85	7,6	340,6
50	Брянск	147,0	82	0,56	8,3	338,8
51	Хабаровск	58,1	34	0,59	3,5	338,5
52	Новороссийск	63,2	43	0,68	4,4	337,8
83	Вологда	49,5	20	0,40	2,0	336,5
53	Рязань	150,1	134	0,89	13,5	335,6
54	Новоче- боксарск	31,9	36	1,13	3,6	335,2
55	Нижний Новгород	249,9	188	0,75	18,9	334,9
56	Ульяновск	68,3	59	0,86	5,8	330,1
57	Севастополь	131,5	302	2,30	29,8	329,0
58	Йошкар-Ола	112,2	125	1,11	12,2	326,1
59	Пенза	127,9	64	0,50	6,2	324,9
60	Волгоград	99,2	168	1,69	15,5	307,2
61	Тула	56,8	97	1,71	8,9	305,5
62	Нальчик	79,2	16	0,20	1,5	302,2
63	Ставрополь	103,2	62	0,60	5,6	300,2
64	Кострома	56,1	25	0,45	2,2	289,7
65	Алушта	38,4	23	0,60	2,0	287,9

№	Город	Протяженность сети, км/оп	Парк троллейбусов, шт.	Величина парка на км сети, шт./км/оп	Пассажиропоток, млн. пасс./год	Величина потока на единицу парка, чел./ед. в день
1	2	3	4	5	6	7
66	Тольятти	220,7	72	0,33	6,0	278,6
67	Самара	212,7	219	1,03	18,3	278,5
68	Ростов-на-Дону	191,3	60	0,31	5,0	276,3
69	Великий Новгород	27,8	33	1,19	2,7	274,7
70	Оренбург	203,0	44	0,22	3,4	257,6
71	Армавир	34,6	23	0,66	1,8	254,0
72	Новокуйбышевск	48,5	30	0,62	2,1	231,9
73	Энгельс	40,6	42	1,03	2,9	231,7
74	Иваново	144,3	117	0,81	7,8	223,6
75	Воронеж	106,2	38	0,36	2,3	202,3
76	Белгород	121,6	38	0,31	2,3	199,2
77	Красноярск	136,3	125	0,92	6,8	182,2
78	Уфа	224,6	163	0,73	8,5	173,8
79	Саратов	136,5	197	1,44	9,0	151,9
81	Балаково	82,1	39	0,48	1,0	86,8
80	Москва	41,6	3	0,07	0,0	11,1

Данный анализ также показывает явную связь между количеством пассажиров на одно транспортное средство и тенденцией развития электротранспорта в конкретном городе. В лидерах списка — Ленинск-Кузнецкий, Рубцовск, Владимир, Чебоксары, Волгодонск, Мурманск, Петербург, Ижевск, Чита. Администрации городов при планировании маршрутных сетей не допускают существенного дублирования троллейбусных маршрутов автобусными, что позволяет добиться высокой отдачи при движении троллейбусов по городу. Присутствие в таблице Тамбова и Керчи на лидирующих позициях говорит скорее о неточности статистики либо уникальных особенностях этих городов (например, маршруты проходят в коридорах с очень высокой сменяемостью пассажиров, или, при наличии обширной, но неиспользуемой сети, троллейбусы сконцентрированы на небольшом участке сети).

С другой стороны, в городах в нижней части списка (Ростов-на-Дону, Великий Новгород, Оренбург, Энгельс, Иваново, Воронеж, Белгород, Красноярск и т.п.) наблюдается низкая загруженность троллейбусов, что приводит к недостаточности финансирования электротранспорта за счет билетной выручки.

Таким образом, конечной причиной деградации троллейбусных предприятий является снижение удельного (на одно транспортное средство) пассажиропотока и объема билетной выручки при отсутствии компенсационного субсидирования из местных и региональных бюджетов. Недогагруженный троллейбус автоматически становится неэффективным видом транспорта. Нехватка финансирования не позволяла обновлять основные фонды (парк подвижного состава).

и энергохозяйства). В результате износа и выбытия парка, снижения скорости из-за износа контактной сети и энергохозяйства, общего падения надежности движения, увеличения интервалов движения троллейбус ещё больше терял свою привлекательность для пассажиров, ещё сильнее терял выручку. Предприятия троллейбуса в Архангельске, Шахтах, Астрахани, Кургане, Владикавказе, Сызрани были закрыты прежде всего именно в результате снижения удельной выручки на единицу парка.

- Перечень объективных и субъективных причин падения удельной выручки (на единицу парка) представлен ниже: стандарты качества транспортного обслуживания не являются обязательными, а показатели качества транспортного обслуживания не формализованы и никем не отслеживаются. В связи с этим поддержание объемов работы ГЭТ не включено в число приоритетов органов власти (нет прямой связи финансирования и реакции общества на улучшение показателей, т.к. нет и самих показателей).
- Единственным показателем работы общественного транспорта, явно выраженным в численной форме и надежно отслеживаемым населением, являлась стоимость проезда. Основным мотивом органов власти было сохранение пассажирских тарифов на прежнем уровне (отсутствие повышения либо весьма умеренное повышение тарифов), что напрямую вело к снижению удельной выручки.
- Отсутствие ответственности за качество перевозок означало возможность передачи перевозок в частные руки в качестве бизнеса, зарабатывающего на пассажирах. В середине 1990-х переход от централизованного управления к «рыночным отношениям» казался прогрессивным.
- Мотивация частных перевозчиков направлена только на извлечение прибыли; их ответственностью не является гарантия предоставления мест в транспорте в часы пик, гарантия работы в позднее вечернее время, обеспечение пешеходной доступности жилых домов до остановочных пунктов, перевозка льготников. Наоборот, максимальная прибыль образуется при наибольшем наполнении подвижного состава, работе только на наиболее востребованных направлениях, в самое востребованное время, без предоставления льгот.
- Мотивированные на прибыль, частные перевозчики прежде всего запустили маршруты вдоль коридоров с наибольшим пассажиропотоком, которые при централизованном планировании были обустроены линиями электротранспорта (с целью снижения издержек). Горэлектротранспорт сразу же лишился части пассажиропотока, удельная выручка резко упала.
- В условиях «конкуренции на улице» транспорт большого класса заведомо проигрывает, так как перед ним не выдерживается интервал, необходимый для наполнения салона транспортного средства и повышения удельной выручки. В связи с тем, что критерий времени ожидания перевешивает все прочие критерии, пассажир (при сравнимой цене) всегда садится в первое подошедшее транспортное средство (локальная монополия — отсутствие действительного выбора у пассажира). Наибольший пассажиропоток в этих условиях собирает перевозчик, запускающий транспорт с наименьшим интервалом; чтобы при высокой частоте транспорт не был недогруженным, перевозчик мотивирован запускать транспорт наименьшей вместимости (малого и особо малого класса).
- На стадии взрывного роста автомобилизации в силу недостатка квалификации на местах органы власти полагали, что общественный транспорт является главной помехой для движения индивидуального автотранспорта; напротив, автобусы малого и особо малого класса казались выходом, создающим наименьшие проблемы для транспортного потока. В этой связи были ликвидированы линии трамвая и, в отдельных случаях, троллейбуса в центральных частях городов на линиях с наибольшим пассажиропотоком, после чего электротранспорт стал работать на маршрутах «из ниоткуда в никуда» и существенно терял билетную выручку.

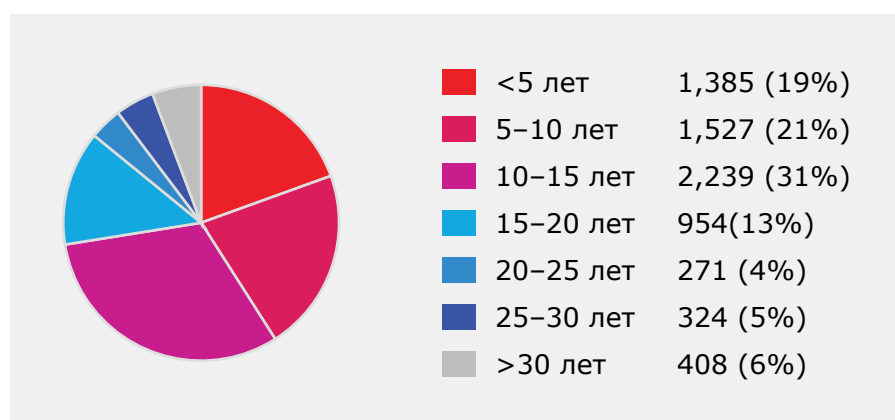
- Рост жалоб на качество транспортного обслуживания мотивировал органы власти использовать ресурс муниципальных предприятий на «заккрытие амбразур» — «невыгодных» участков сети, от которых отказались частные перевозчики (как правило, это перевозки из удаленных районов с низкой сменяемостью, перевозки в промзоны с отсутствием межпикового потока, перевозки на направлениях с высокой долей льготников и др.). Наиболее «выгодные» направления забирали себе частники; муниципальные предприятия «закрывали» убыточные направления, удельная выручка ещё сильнее падала.
- Рост рынка частных перевозчиков был ограничен общей величиной пассажиропотока. Падение качества перевозок подтолкнуло потребителей к приобретению индивидуального автотранспорта, и общий спрос на общественный транспорт постоянно снижался. Желание увеличить долю рынка проводило к намеренным действиям коммерческих перевозчиков по устранению «конкуренции» со стороны муниципальных перевозчиков. Серый оборот выручки способствовал простой реализации схем по устранению маршрутов МУПов из наиболее востребованных коридоров.
- Поддержка малого бизнеса, трудности с отслеживанием билетной выручки привели к фактически безналоговой работе частных перевозчиков на фоне полного налогообложения муниципальных перевозчиков. Это привело к формальному выравниванию тарифов, в то время как фактическая себестоимость перевозок частных перевозчиков на автобусах малого класса (в равных условиях налогообложения) более чем в 2 раза превышала стоимость перевозок на электротранспорте.
- Учитывая длительный срок службы трамвайных вагонов и троллейбусов, инфраструктуры, электротранспорт длительное время продолжал существовать за счет отказа от обновления основных фондов. В результате ежегодно шло накопление износа. Ежегодно росло число сходов вагонов с путей, выбытий подвижного состава из графика до тех пор, пока на линии не оставались единичные экземпляры подвижного состава. Движение трамвая и троллейбуса в Шахтах, Астрахани, Архангельске и ряде других городов было закрыто именно по причине полного износа электротранспорта.

Одной из основных причин закрытия электротранспорта является низкая ответственность за качество и эффективность транспортного обслуживания. Отсутствует как мотивация обеспечить повышение социально-экономической эффективности (снижение себестоимости перевозок, ущерба от ДТП, экологического ущерба и затрат времени населения), так и необходимая квалификация, позволяющая понять роль электротранспорта в достижении цели эффективности и качества перевозок.

2.2. Состояние парка подвижного состава троллейбуса

На основании данных МАП ГЭТ и иных открытых источников была проанализирована возрастная структура парка российского троллейбуса.

Рисунок 2.2.1.
Возрастная структура
российских троллейбусов
Источник: Аналитика ПКТИ



- Сравнительно новые троллейбусы составляют лишь 40% парка. Большая часть парка (60%) устарела и требует обновления в ближайшие 5 лет.
- В составе парка 14% троллейбусов старше 20 лет, что значительно превышает установленный срок службы.
- Всего 19% троллейбусов имеют срок службы меньше 5 лет.

Устаревание парка влечет за собой следующие негативные последствия:

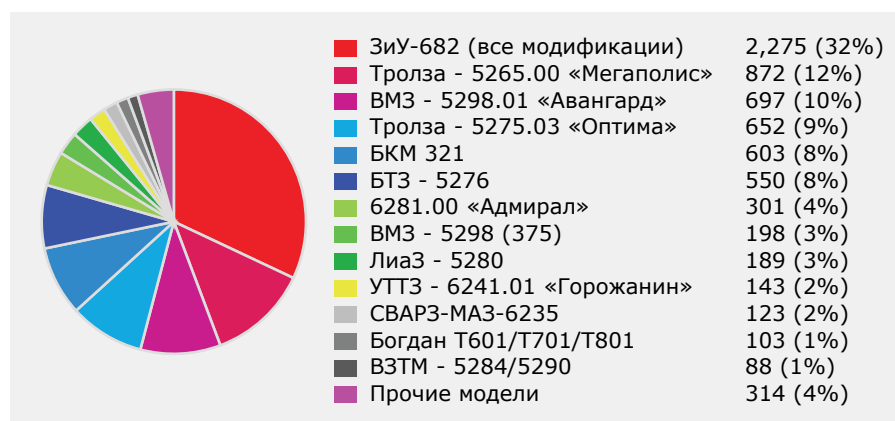
- Моральное устаревание. Парк старше 20 лет, как правило, является высокопольными полностью проигрывает автобусному транспорту, который по большей части уже заменен на низкопольный (в силу в 2 раза меньшего срока службы).
- Унизительные условия для пассажиров во время перевозки. Салоны старого подвижного состава вовсе не приближены к музейным образцам — наоборот, поручни, отделка салонов неприемлемо разрушены и выглядят крайне неприглядно, сиденья часто лишены оригинальной отделки и некомфортны, поэтому для большинства жителей городов поездка в таком подвижном составе полностью неприемлема.
- Частые выходы из строя. Ведут к нарушению графика движения, блокированию подвижным составом движения по всей линии.
- Нарушение условий безопасности перевозок.

Аналогичные проблемы влечет за собой накопленный износ инфраструктуры — некомфортные остановочные павильоны, падение напряжения, обрывы контактной сети, взаимное разрушение изношенных инфраструктуры и подвижного состава в силу нарушения нормативного состояния.

2.3. Обзор модельного ряда троллейбусов, использующихся в городах России в 2022 г.

Одна из основных проблем российского троллейбуса — это глубокое моральное и физическое устаревание подвижного состава. Значительная его часть — это различные модификации модели ЗиУ-9, разработанные и произведенные ещё в советские годы. Помимо этих модификаций используются хотя и более современные, но также устаревшие на уровне идеи, технологии и конструктивных решений модели, которые не соответствуют современным требованиям пассажиров. Следует признать, что даже последние разработки в троллейбустроении существенно отстают от трамвайного вагоностроения и производства автобусов.

Рисунок 3.
Структура модельного ряда троллейбусов, работающих в городах России
Источник: Аналитика ПКТИ



- 32% всего подвижного состава троллейбуса в городах России составляют модификации модели ЗиУ-682, разработанной более 50 лет назад. Троллейбусы данной модели морально устарели и не соответствуют современному уровню комфорта: высокий пол, отсутствие кондиционеров, пониженная плавность хода. В целом, аналоги модели ЗиУ-682 составляют более 50% парка.
- Менее 40% троллейбусов имеют низкий пол и удобны для посадки маломобильных групп граждан.



Фото: Георгий Красников

2.4. Троллейбусы особо большого класса (сочлененные троллейбусы)

Поскольку троллейбус в силу своих характеристик оптимален в первую очередь для больших пассажиропотоков, становится актуальным повышение вместимости салона. Диапазон эффективного применения троллейбусов большого класса — от 330 до 600 пассажиров в час, в то время как диапазон эффективной работы троллейбусов особо большого класса — в два раза шире: от 600 до 1 100 пассажиров в час. В связи с этим в крупных городах троллейбусы ОБК должны составлять до 30–40% от всего парка для работы на наиболее «пассажироемких» маршрутах.

Тем не менее, ситуация с электрическим транспортом особо большой вместимости на данный момент неудовлетворительная. В России практически не используются троллейбусы особо большого класса — на всю страну их не более сотни единиц (менее 1%). Массового производства таких троллейбусов также не ведётся: маршрутные сети разрабатываются недостаточно тщательно, в связи с этим не формируется обоснованный спрос на троллейбусы особо большого класса.

Таблица 2.4.1.

Количество троллейбусов особо большого класса, эксплуатируемых в настоящее время

Сочленённые троллейбусы			
Завод имени Урицкого (ООО «Тролза»)	ЗиУ-683, ЗиУ-6205, Trolza-6205	24	Барнаул, Братск, Новосибирск, Рязань, Санкт-Петербург, Sterlitaмак, Челябинск, Ярославль
Завод имени Урицкого (ООО «Тролза»)	Trolza-6206	5	Рязань, Санкт-Петербург
ВМЗ («Транс-Альфа»)	ВМЗ-6215	8	Санкт-Петербург
ВМЗ («Транс-Альфа»)	ВМЗ-62151 «Премьер»	6	Санкт-Петербург
Белкоммунмаш	БКМ-43301	20	Санкт-Петербург

Источник: Аналитика ПКТИ, Transfoto

В России можно констатировать острую нехватку электрического транспорта особо большого класса. На данный момент на балансе предприятий ГЭТ суммарно числится всего 63 единицы сочленённых троллейбусов, что составляет менее 1% всего парка. Из них 43 единицы (68%) выработали свой ресурс и в ближайшие годы скорее всего будут списаны.

Единственный город России, регулярно закупающий сочленённые троллейбусы и планирующий закупать их в дальнейшем — Санкт-Петербург. Некоторые города получили б/у сочленённые троллейбусы из Москвы, однако выходят на линию они только в г. Рязань.

В нескольких городах сохранились отдельные образцы устаревших моделей ЗиУ-683 и ЗиУ-6205, но их использование оказывает минимальное влияние на планирование и качество пассажирских перевозок.

Многие российские города могли бы благодаря использованию сочленённых троллейбусов существенно повысить качество транспортного обслуживания населения и его экономическую эффективность.



Троллейбус особо большого класса в Рязани. Фото: Георгий Красников



Троллейбус особо большого класса в Санкт-Петербурге. Фото: Георгий Красников

2.5. Троллейбусы с увеличенным автономным ходом (ТУАХ)

На данный момент наличие аварийного автономного хода на троллейбусе — обязательное условие, прописываемое в технических заданиях на закупку троллейбуса. Аварийным автономным ходом (до 1 километра, на пониженной скорости, с ограничением работы климатических установок и т.п.) оснащены все современные машины. Увеличенным является автономный ход на расстояние не менее 7 километров в штатном режиме. Такой автономный ход позволяет планировать штатную (т.е. в нормальном скоростном режиме, с отоплением и кондиционированием) работу транспортных средств на участках маршрута за пределами контактной сети.

По состоянию на 2022 год в России троллейбусы с увеличенным автономным ходом используются в 16 городах. Они ходят по 33 маршрутам суммарной протяженностью 882,7 км, с суммарной протяженностью автономных участков 309,1 км (табл. 2.5.1). Всего на этих маршрутах задействовано 282 троллейбуса с увеличенным автономным ходом. Стоит отметить, что это сильно меньше реальной численности машин, обладающих этой опцией (419). Связано это с тем, что оставшиеся машины курсируют по обычным маршрутам под контактной сетью и автономный ход

используют лишь в случае внештатных ситуаций. Тем не менее, такой «стратегический запас» позволяет использовать эти машины на действующих маршрутах на период ремонтов. Так, например, в 2021 году во время ремонта Литейного моста в Санкт-Петербурге, включавшего в себя временное снятие контактной сети, маршрут №8 был переведён на автономный ход и сохранил движение по своей трассе.

В 11 городах запущен лишь один маршрут с ТУАХ. Больше одного маршрута ходит в Чебоксарах и Абакане (по 2 маршрута), а также в Севастополе и Симферополе (3 и 6 маршрутов соответственно).

В 2020 году Тула отказалась от использования троллейбусов с УАХ из-за окончания срока службы батарей (6 лет), и троллейбусы с маршрутов 10–12 были переведены на обычные маршруты. Нальчик существенно сократил их использование, а еще один город (Керчь) использует УАХ на троллейбусах только в случае ремонтов и других внештатных ситуаций.

Таблица 2.5.1.

Реестр маршрутов троллейбусов с увеличенным автономным ходом. Цветом показаны градации числовых значений по столбцам. По столбцу 9 цветом выделены максимальные значения.

№	Город	№ маршрута	Трасса	Период работы маршрута	Выпуск в час пик	Длина оборотного рейса, км	Кол-во участков без контактной сети	Общая длина авт. хода на маршруте, км	Доля протяжённости на авт. ходу, %	Макс. протяж. непрерывного автономного участка, км
1	2	3	4		7	8	9	10	11	12
1	Санкт-Петербург	2	Улица Шаврова - Глухарская улица	12.02.2018	15	12,8	1	6,2	48,4%	6,2
2	Санкт-Петербург	17	Казанский собор - улица Костюшко	31.05.2018	9	26,1	1	0,3	1,1%	0,3
3	Санкт-Петербург	18	Ст. Ручьи - Площадь Академика Климова	27.08.2018	10	18,4	1	4,6	25,0%	2,3
4	Санкт-Петербург	23	Арцеуловская аллея - метро Старая Деревня	12.12.2017	17	23,0	1	11,6	50,4%	5,8
5	Санкт-Петербург	32	Троллейбусный парк №1 - Балтийский бульвар	15.08.2019	16	15,6	1	2,4	15,4%	2,4
6	Санкт-Петербург	41	Улица Васи Алексеева - Улица Адмирала Черокова	27.12.2017	10	23,2	1	6,2	26,7%	6,2
7	Санкт-Петербург	43	Река Оккервиль - Площадь Ленина	03.09.2018	17	32,2	1	6,0	18,6%	3,0
8	Санкт-Петербург	46	Троллейбусный парк №1 - платформа Сергиево	16.11.2020	17	24,8	1	5,8	23,4%	5,8

№	Город	№ маршрута	Трасса	Период работы маршрута	Выпуск в час пик	Длина оборотного рейса, км	Кол-во участков без контактной сети	Общая длина авт. хода на маршруте, км	Доля протяжённости на авт. ходу, %	Макс. протяж. непрерывного автономного участка, км
1	2	3	4		7	8	9	10	11	12
9	Санкт-Петербург	47	Станция метро «Московская» - Загребский бульвар	16.03.2020	8	19,8	1	7,4	37,4%	3,7
10	Курск	11	Знаменский Собор - посёлок Северный	13.03.2019	5	20,4	1	4,4	21,6%	4,4
11	Подольск	4к	Строй индустрия - Кутузово	01.05.2020	1	9,0	1	4,0	44,4%	4,0
12	Чебоксары	10	Улица Розы Люксембург - Микрорайон «Садовый»	03.10.2018	12	26,3	1	5,5	20,9%	5,5
13	Чебоксары	14	Микрорайон «Университет» - Микрорайон «Солнечный»	24.06.2021	5	42,2	2	9,2	21,8%	5,4
14	Альметьевск	7Б	Микрорайон «СУ-2» — Завод «Радиоприбор»	24.05.2020	3	24,2	2	9,9	40,9%	3,9
15	Саратов	10	Ж.д. вокзал - Кузнецова	02.09.2021	25	30,6	1	9,0	29,4%	9,0
16	Волгоград	8а	Инструментальный завод - Оптовостроительный рынок	01.05.2022	18	49,4	2	9,0	18,2%	6,8
17	Ростов-на-Дону	17	Центральный Рынок — ЖСК	11.10.2021	4	17,6	1	7,4	42,0%	7,4
18	Краснодар	15	Ж.д. вокзал - Домбайская улица	01.12.2019	11	24,2	1	4,4	18,2%	2,2
19	Новокузнецк	2	пр.Октябрьский - Вокзал - 13-микрорайон*	01.09.2020	2	33,6	1	7,0	20,9%	7,0
20	Красноярск	6	Ж.д.вокзал — Хлебозавод	04.09.2021	8	17,7	1	11,5	65,0%	11,5
21	Абакан	9	Торговая улица (Кольцевой)	17.10.2018	2	8,0	1	3,5	43,8%	3,5
22	Абакан	10	Торговая улица (Кольцевой)	14.09.2018	2	8,0	1	3,5	43,8%	3,5

№	Город	№ маршрута	Трасса	Период работы маршрута	Выпуск в час пик	Длина оборотного рейса, км	Кол-во участков без контактной сети	Общая длина авт. хода на маршруте, км	Доля протяжённости на авт. ходу, %	Макс. протяж. непрерывного автономного участка, км
1	2	3	4		7	8	9	10	11	12
23	Иркутск	777	Сквер имени Кирова — КПП	12.12.2021	2	27,0	1	14,0	51,9%	14,0
24	Нальчик	4	Горная улица — Дубки	01.09.2020	5	23,0	1	10,4	45,2%	10,4
25	Симферополь	15	Марьино - ул. Маршала Жукова	05.11.2014	5	34,2	1	11,4	33,3%	11,4
26	Симферополь	16	РКБ им. Семашко - Марьино	08.04.2017	10	32,2	1	16,6	51,6%	16,6
27	Симферополь	17	Каменка - Аэропорт	16.04.2018	10	42,8	3	22,8	53,3%	12,4
28	Симферополь	17к	Коллективные Сады - Аэропорт	18.11.2021	0	48,1	3	28,1	58,4%	12,4
29	Симферополь	20	Железнодорожный вокзал - Аэровокзал	23.03.2016	3	22,6	1	12,4	54,9%	12,4
30	Симферополь	9	Аэропорт (старый терминал) - 7я Горбольница	01.12.2019	15	38,4	1	7,6	19,8%	7,6
31	Севастополь	10к	Центр - Казачья Бухта	27.11.2017	10	31,4	2	7,9	25,2%	6,2
32	Севастополь	11	Площадь Ушакова - Ластовая площадь	15.02.2017	3	39,0	1	19,2	49,2%	9,6
33	Севастополь	11а	Проспект Победы - Площадь Ушакова	10.11.2017	2	36,9	2	19,9	53,9%	10,4
34	Севастополь	92	Площадь Нахимова - Инкерман	14.08.17 - 29.06.18	6		1	30,0		
35	Ростов-на-Дону	7	Сельмаш - Гребной Канал	12.06.21 - 25.12.21	2		1	10,0		
36	Тула	10	Станция «Южная» - Детская областная больница	01.03.15 - 25.09.20	4		1	8,6		

№	Город	№ маршрута	Трасса	Период работы маршрута	Выпуск в час пик	Длина оборотного рейса, км	Кол-во участков без контактной сети	Общая длина авт. хода на маршруте, км	Доля протяжённости на авт. ходу, %	Макс. протяж. непрерывного автономного участка, км
1	2	3	4		7	8	9	10	11	12
37	Тула	11	Московский вокзал - посёлок Западный	01.01.16 - 25.09.20	4		1	15,6		
38	Тула	12	Московский вокзал - посёлок Косая Гора	01.03.15 - 25.09.20	2		1	13,0		
39	Нальчик	2Ш	Горная улица - пос. Шалушка	01.01.15 - 01.09.20	2		1	18,0		
40	Нальчик	1Н	Горная улица - пос. Нартан	01.01.15 - 01.09.20	2		1	18,0		
41	ВСЕГО (действ.)				282	882,7		309,1	35,0%	16,6

Распределение городов по длине участков с автономным ходом представлено на рисунке 2.5.1.

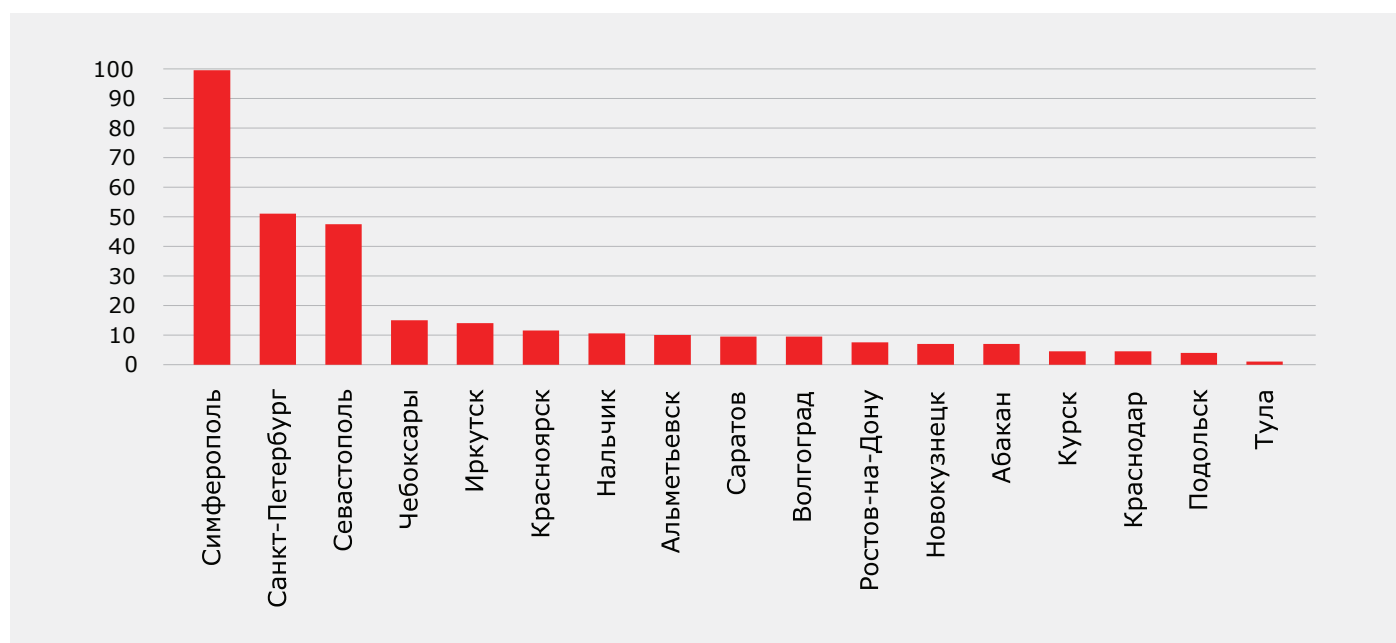


Рисунок 2.5.1
Длина участков автономного хода троллейбусов в городах России, км одиночного пути
Источник: Аналитика ПКТИ

В некоторых случаях автономный ход используется не для продления маршрута от конечной остановки под контактным проводом, а в его середине (№15 Краснодар, №№18, 43, 47 в Санкт-Петербурге). Это повышает гибкость маршрутной сети, в которой ранее какие-либо маршруты не могли быть запущены из-за отсутствия контактной сети на каких-либо промежуточных участках, и снижает расходы на транспортную работу. Тем не менее, в большинстве случаев один из «проводных» концов маршрута используется лишь для подстраховки: троллейбусам, как правило, хватает заряда проехать этот участок на автономном ходу.

В ряде случаев маршрут может иметь два и более автономных участка. Такими маршрутами с ТУАХ на обоих концах являются, например, №8а в Волгограде или №14 в Чебоксарах. Три автономных участка имеет маршрут №17 в Симферополе.

Троллейбусы с автономным ходом, как правило, используются для расширения сети и пуска новых маршрутов, продления существующих, а также замены автобусных маршрутов. Тем не менее, существуют примеры использования троллейбусов с УАХ при демонтаже контактной сети для сохранения движения. Наиболее яркий пример — маршрут №17 в Санкт-Петербурге (Казанский собор — улица Костюшко). Под предлогом улучшения облика города была снята контактная сеть напротив Казанского собора, из-за чего для сохранения трассы 17-го маршрута его вынуждены были перевести на ТУАХи.

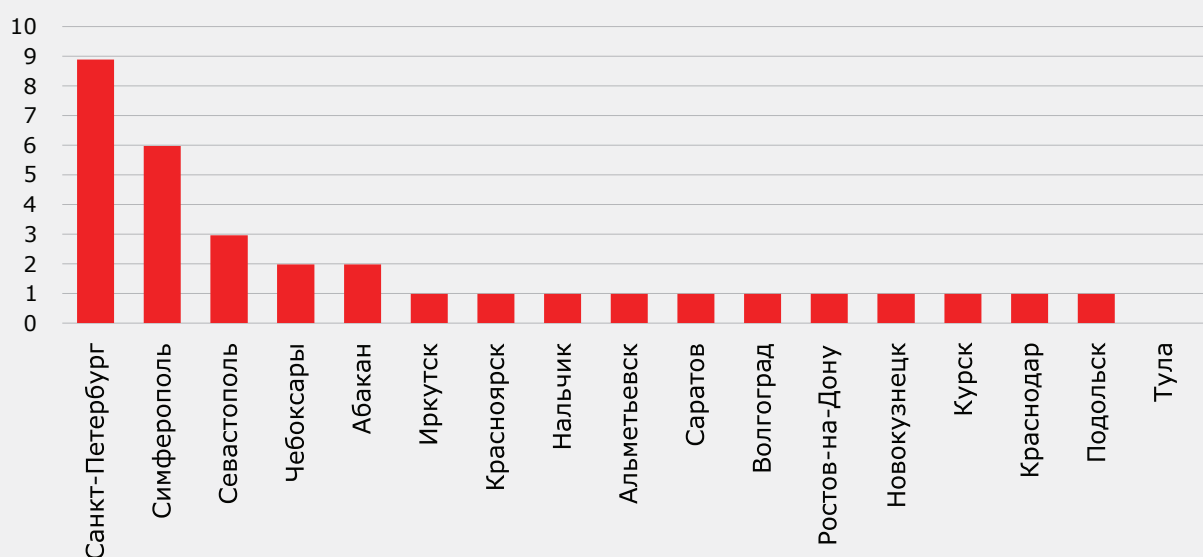


Рисунок 2.5.2.

Число маршрутов троллейбусов с увеличенным автономным ходом в городах России

Источник: Аналитика ПКТИ

Другой пример — город Нальчик. После реконструкции центральных улиц с них была полностью снята контактная сеть. Имевшиеся троллейбусы с УАХ заменили классические троллейбусы на маршрутах 2 и 4, а маршруты в пригороды, обслуживавшиеся ТУАХами, были заменены на автобусы.

В городах существенно отличается доля подвижного состава троллейбуса, используемая в реальной работе на маршрутах на автономном ходу, к общему парку троллейбусов (рис. 2.5.3). Как показывает практика, высокая доля автономного хода не всегда свидетельствует об эффективности принимаемых решений: в частности, решение о снятии контактной сети в Нальчике приведет к росту эксплуатационных затрат на указанных маршрутах на 9–11%, что негативно скажется на эффективности работы троллейбусного предприятия и пассажирских перевозок в целом.

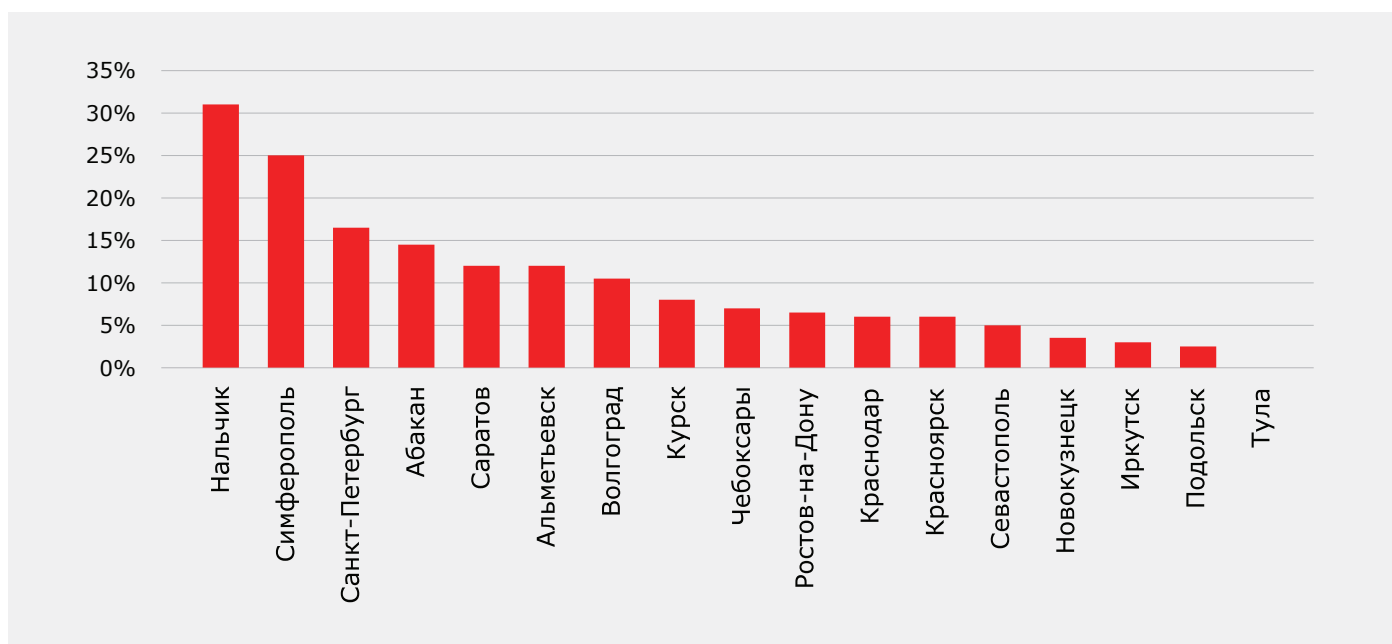


Рисунок 2.5.3
Доля троллейбусов с увеличенным автономным ходом от общего парка, 2022 г.

Длина участков с УАХ

Производители батарей для троллейбусов с УАХ предъявляют требования к эксплуатации для сохранения гарантии. В соответствии с требованиями производителей батарей, маршруты, где используется УАХ, должны быть проложены так, чтобы батарея на автономных участках разряжалась не более чем на 50%. Таким образом, разовые разряды батарей до значений ниже этого уровня допускаются, однако регулярные разряды до уровня ниже 50% недопустимы.

Согласно заявленным характеристикам, современные модели троллейбусов с УАХ могут проходить до 15–20 км на автономном ходу. Для выполнения вышеупомянутых требований проектировщики маршрутной сети обычно прокладывают маршруты так, чтобы автономные участки по своей длине не превышали 10 км, а их доля в общей длине маршрута была ниже 50%.

Согласно аналитике ПКТИ, средняя длина автономного участка в городах России составляет 6,0 км. Средняя доля автономных участков от общей длины маршрута составляет 36%. На практике в ряде случаев троллейбусы проезжают без подзарядки и более продолжительные дистанции. В целом, данной протяжённости, как правило, хватает, чтобы запустить движение троллейбусов в районы города, отстоящие от действующей контактной сети, или перевести их движение на соседние улицы.

Ярко выраженная тенденция последних лет — увеличение количества городов, использующих ТУАХ, а также количества и протяженности маршрутов с УАХ и их доли в общем движении. На середину 2022 года эта доля составляет в среднем 10%. К сожалению, эта тенденция продиктована не экономикой перевозок, а скорее попыткой упрощения текущих решений за счет снижения эффективности перевозок в последующие годы. В большинстве случаев автономный ход используется на маршрутах с высокими частотой движения и пассажиропотоком, где использование контактной сети было бы более эффективным в текущих экономических условиях и на ближайшую перспективу; однако организация участков автономного хода выполняется без планирования строительства контактной сети на этих участках в ближайшем будущем.

Увеличенный автономный ход на троллейбусах обеспечивается за счёт специальных батарей увеличенной ёмкости. Эти батареи заряжаются во время движения под контактной сетью. С ними троллейбус может проехать до 15–25 км автономно, и это расстояние увеличивается по мере развития технологий производства батарей и систем управления ими. Таким образом, за счёт этого троллейбус частично «отвязывается» от контактной сети и может быть продлён в районы, где её нет. Троллейбусы с возможностью автономного хода или увеличенным автономным ходом (УАХ) называют «электробусами с динамической зарядкой».

Троллейбусы с увеличенным автономным ходом придали новую динамику развитию городского электрического транспорта в России. ТУАХ позволил совместить преимущества троллейбуса и электробуса в «одном флаконе». ТУАХ или электробус с динамической зарядкой не требует строительства специальной зарядной инфраструктуры — он использует существующие ТПУ и контактную сеть, которые есть в каждом крупном городе России. При этом запаса автономного хода, как правило, хватает для выполнения транспортной работы в большинство новых районов без какого-либо дополнительного строительства. Такой троллейбус существенно дешевле электробуса как при покупке, так и при эксплуатации, не требует дополнительного времени на подзарядку (т.к. совершает её на маршруте), а, следовательно, нет потребности в дополнительном подвижном составе для обеспечения того же выпуска.

Российские предприятия-перевозчики, опробовав ТУАХ, признали их высокую эффективность, и сейчас они пользуются высоким спросом на рынке. Такие троллейбусы повышают возможности расширения и оперативных изменений маршрутной сети без существенных затрат на строительство специальной инфраструктуры. На данный момент троллейбусы с увеличенным автономным ходом (ТУАХ) есть в линейке у всех производителей подвижного состава.

На данный момент в российских городах выполняют транспортную работу 419 таких троллейбусов.

Таблица 2. Аналитические данные по поставкам ТУАХов с разными типами батарей

Модель	Длина АХ	Аккумуляторы	Города	Кол-во
ПКТС-6281.01 «Адмирал»	до 30 км	NMC	Саратов	36
ВМЗ-5298.01 «Авангард»	до 60 км	LFP/NMC	Краснодар, Санкт-Петербург, Красноярск, Симферополь, Севастополь, Абакан, Вологда, Иркутск, Махачкала, Подольск	124

Модель	Длина АХ	Аккумуляторы	Города	Кол-во
БКМ 321	до 20 км	LFP/NMC	Волгоград, Санкт-Петербург, Ульяновск	191
УТТЗ-6241-10-02	до 30 км	Литий-железо-фосфатные LiFePO4	Альметьевск, Новокузнецк, Чебоксары, Ростов-на-Дону	68
Итого				419

Источник: Аналитика ПКТИ

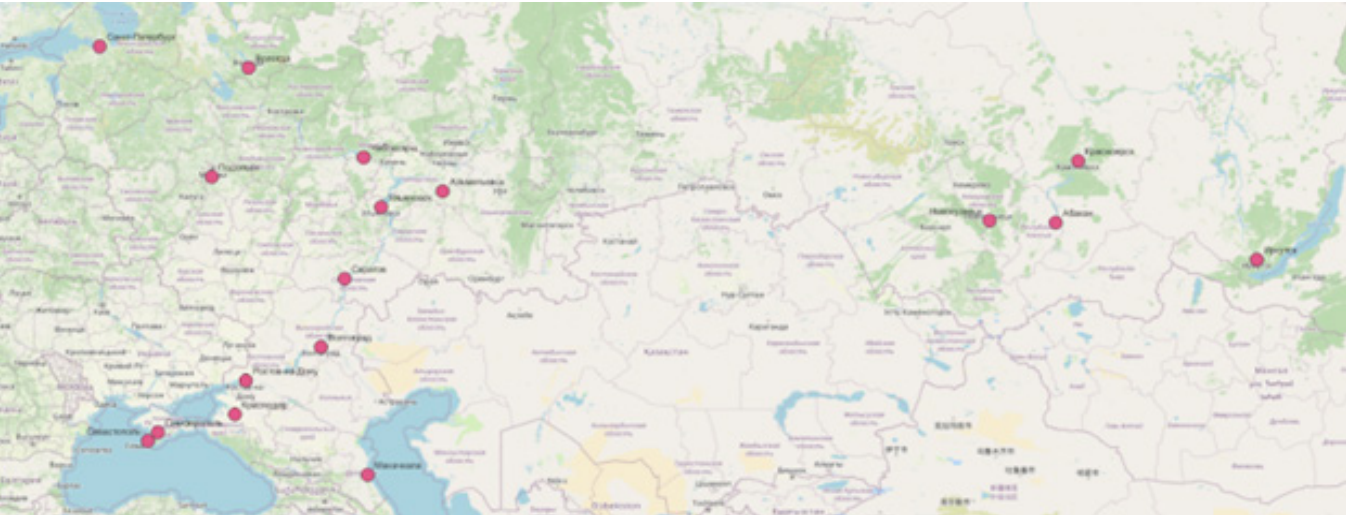


Рисунок 9. География использования ТУАХ в России

На данный момент в России эксплуатируются троллейбусы УАХ со следующими типами тяговых батарей и систем накопления энергии (таблица 3):

Таблица 3. Типы батарей и СНЭ, применяемых в модельном ряду троллейбусов

Тип ТАБ или СНЭ	Емкость кВт/ч	Модели троллейбусов
Литий-железо-фосфат	50–168	ТРОЛЗА 5265; УТТЗ 6241.01; ВМЗ 5298; БКМ 321;
Никель-марганец-кобальт	40–95	КАМАЗ 62825; ПКТС 6281.01; ВМЗ 5298; БКМ 321;
Литий-титанат	31–75	ТРОЛЗА 5265; БКМ 321

Источник: Аналитика ПКТИ

Как видно из таблицы, российские и белорусские производители могут производить троллейбусы с УАХ с любым типом тяговых батарей. С точки зрения применения различных химических источников тока, троллейбус является наиболее адаптивным транспортным средством.

- Автономный ход даёт возможность масштабировать маршрутную сеть и оперативно ее изменять без строительства инфраструктуры.
- Троллейбусы с увеличенным автономным ходом способны проезжать до 25 км без контактной сети.
- Перевод автобусных маршрутов на электротягу позволяет снизить эксплуатационные издержки.

Что говорят о ТУАХ представители эксплуатирующих предприятий?

01 «Главное - производитель аккумуляторов и системы зарядки. У нас используется 4 разных модели батарей. Например, на троллейбусах БКМ-321 используются, как правило, батареи НРЗ, зарядки БКМ. Система батарей НРЗ организована грамотно, есть пространства для вентиляции. Работают надежно, ходят дольше. Однако и тут есть некоторые проблемы с литий-ионными батареями. Много зависит от условий эксплуатации и обслуживания, от характера езды. Если водитель резко разгоняется и тормозит, батарея разряжается быстрее, а её срок службы значительно сокращается. Машины с УАХ на нашем предприятии используются 5 лет, при этом, отчасти по нашей вине, мы заменили уже 3 блока батарей. Вообще, мы ставили на батареи 8 лет гарантии, но, скорее всего, 7 лет эти аккумуляторы прослужат.

Расстояние пробега ТУАХ — 15 км с пассажирами. При этом батарея разряжается до 30%. По условиям гарантии мы эксплуатируем троллейбус в режиме 40 на 60 (УАХ/не УАХ). Мы стараемся, чтобы расход батареи был 35% зимой и 30% летом».

02 «Эффективность УАХ достаточна для использования на комбинированных маршрутах (участки без контактной сети, объезды препятствий, отключения участка контактной сети). При максимальной зарядке батареи ТУАХ хватает на расстояние до 25 км. Система УАХ надежна, например, на маршруте длиной около 10,7 км в среднем разряд составляет 40%. Системы кондиционирования и отопления потребляют большую часть заряда УАХ, что оказывает сильное влияние на заряд батарей — до 80%. Степень износа батарей на предприятии установить невозможно, эксплуатационный срок, установленный заводом-изготовителем — 5 лет».

03 «УАХ соответствует заявленному в паспорте троллейбуса. Батареи хватает в заявленных пределах. Бывают неисправности, сложность обслуживания, дефицит деталей. Мы используем маршруты УАХ в пределах в 10 км. Остаток заряда после этих участков – более 70 %. Многочисленные потребители в виде кондиционера, отопления, медиасистем значительно ускоряют расход батарей».

ЧАСТЬ 3

Динамика
показателей парка
и протяженности
троллейбусных линий
в 1990–2022 гг. и
прогноз до 2024 г.

3.1. Динамика поставок троллейбусов по предложению и спросу с 1990 г.

Анализ динамики поставок троллейбусов с периода распада СССР был произведен на основе данных МАП ГЭТ с учетом анализа данных портала Трансфото (<http://transphoto.ru>), обладающего наиболее детальной информацией по каждой единице подвижного состава, включая год постройки и поступления в город.

В целом, динамика поставки троллейбусов характеризуется сильной неравномерностью, как можно видеть на рисунке ниже. При средней величине ежегодных закупок в 791 единицу, фактическая величина колеблется от 102 в 2015 году до 1 822 в 1993 году. Коэффициент вариации по данному показателю составляет 64,6%. При этом нестабильность поставок остаётся крайне сильной на всём рассматриваемом интервале. Так, если мы отбросим 90-е годы (как период структурных преобразований в экономике), то при средней величине ежегодных закупок в 750 единиц, минимальном 102 и максимальном 1 712 коэффициент вариации будет составлять 63,6%.

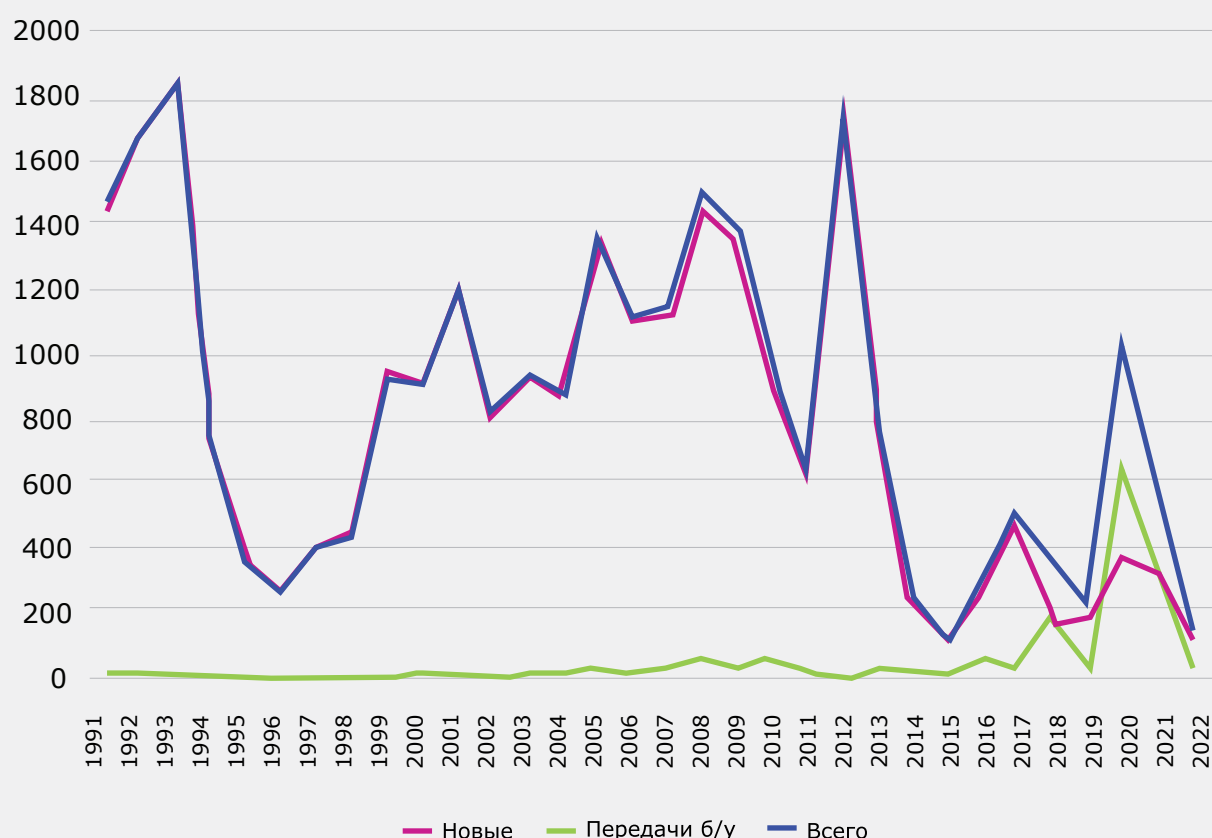


Рисунок 3.1.1. Поставки троллейбусов по годам, ед.
Источник: Аналитика ПКТИ

Экономический спад начала 1990-х, сопровождавшийся снижением поставок (и спроса) на троллейбусы, с 1996 года сменился ростом, продолжавшимся до кризиса 2008 года. Из представленных данных видно, что основную долю поставок занимают новые троллейбусы. В кризисном 2008 году впервые заметное влияние стала оказывать тенденция передач бывших в употреблении троллейбусов, частично заместившая закупку нового подвижного состава. Однако высокое значение на рынке бывшие в употреблении троллейбусы приобрели только в 2018 и 2020–2021 годах в связи с ликвидацией троллейбусного сообщения в г. Москве.

В то же время график объемов производства троллейбусов в России в целом показывает более упорядоченную динамику.

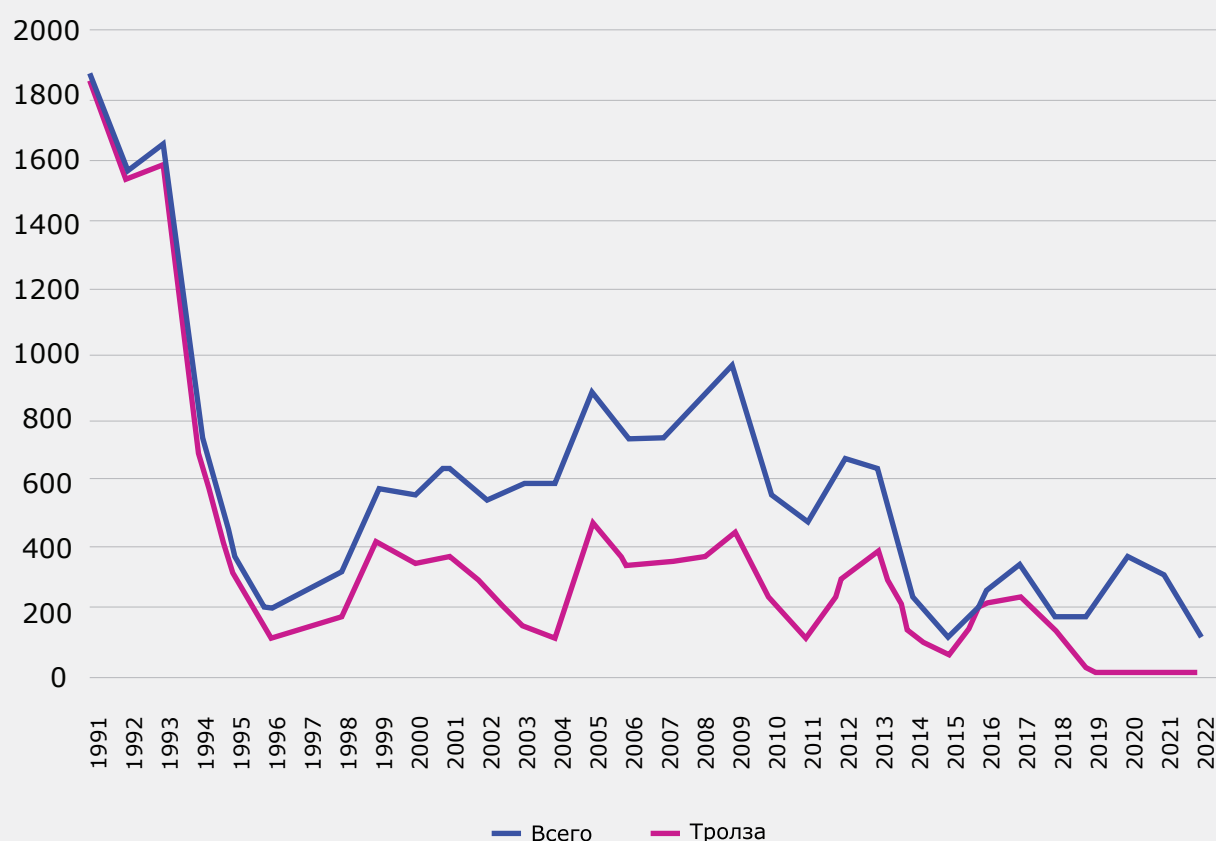


Рисунок 3.1.2.

Динамика производства троллейбусов в России за 1991–2022 гг., шт.

Источник: Аналитика ПКТИ

За резким спадом в начале 90-х последовал период существенного роста, сменившийся, к сожалению, стагнацией в начале 2000-х годов, когда значительное количество городов начало отказываться от троллейбусных линий или сокращать их. На графике также видно, что существенную часть российского производства троллейбусов занимало АО «Тролза», пришедшее к банкротству в 2019 году на фоне ликвидации троллейбусного движения в Москве. Все остальные российские производители троллейбусов вместе взятые смогли пока достичь лишь уровня производства одного этого предприятия.

Как можно видеть на графике ниже, объёмы производства остальных производителей крайне нестабильны. Периоды активной деятельности сменяются целыми годами простоя, что полностью коррелирует с исследованной нами ранее нестабильностью спроса. Хотя часть продукции этих производителей и экспортировалась за пределы России и Белоруссии, российский рынок остаётся для них основным, и колебания на нём напрямую отражаются на работе предприятий.

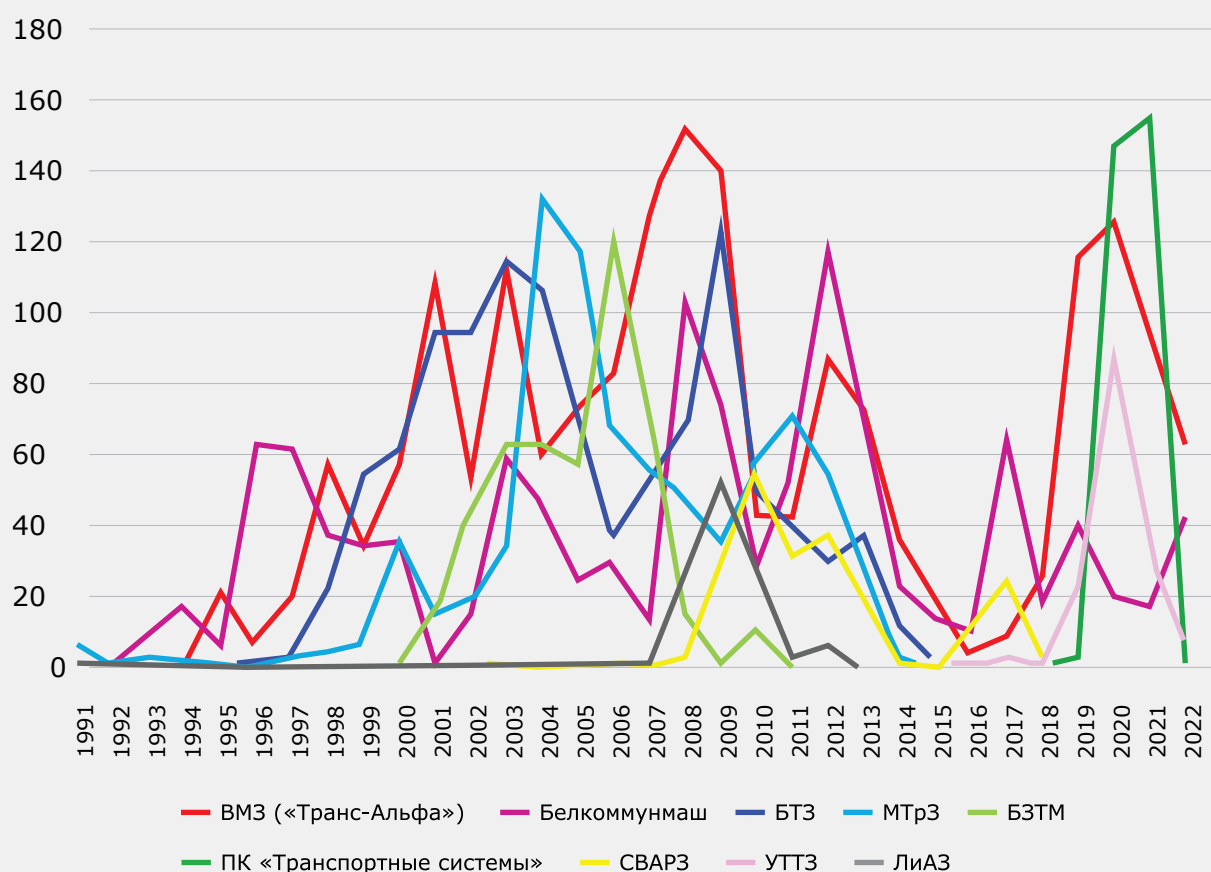


Рисунок 3.1.3.

Производство троллейбусов заводами России и Белоруссии, без учёта АО "Тролза", шт.

Источник: Аналитика ПКТИ

Хотя данная информация не позволяет выявить какие-либо тенденции (кроме малой предсказуемости спроса на троллейбусы), она позволяет, тем не менее, сделать оценку производственных возможностей данных производителей исходя из максимальных достигнутых ими производственных показателей. Соответствующие данные представлены в таблице ниже.

Таблица 5.
Оценка производственных мощностей основных
производителей троллейбусов России и Белоруссии

Предприятие	Объём производства, шт.	
	максимальный	при загрузке 75%
ВМЗ («Транс-Альфа»)	152	114
Белкоммунмаш	115	86
БТЗ	122	92
МТрз	132	99
ВЗТМ	120	90
ПК «Транспортные системы»	154	116
СВАРЗ	55	41
УТТЗ	86	65
ЛиАЗ	53	40
Итого	989	742

Таким образом, можно принять, что максимальные производственные возможности российско-белорусских производителей находятся в районе 1 000 машин в год, а оптимальные — 750 машин (75% загрузка производственных мощностей).

Данные о поставках троллейбусов в разрезе городов РФ показывают, что относительно стабильными поставки были только в городах федерального значения – Москве и Санкт-Петербурге (график ниже). Но и здесь наблюдаются как пики спроса, так и его провалы до близких к нулю значений.

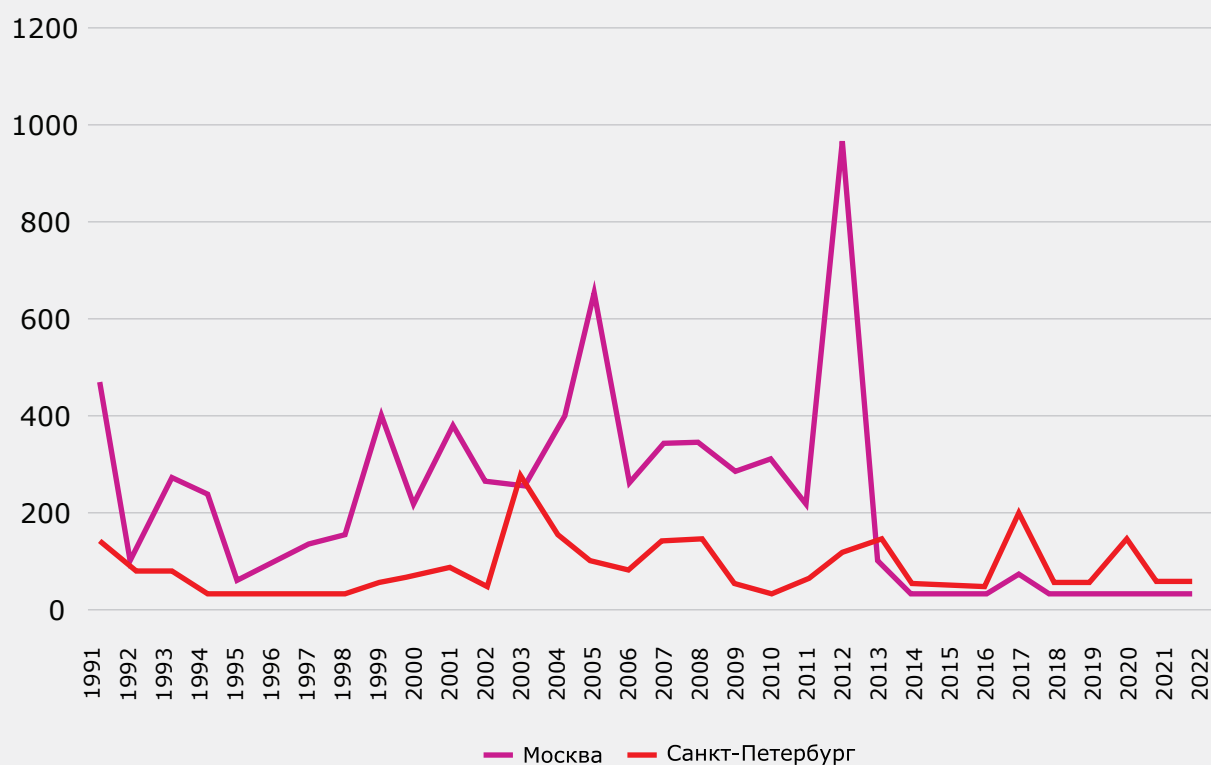


Рисунок 17.
Поставки троллейбусов в Москву и Санкт-Петербург, шт.
Источник: Аналитика ПКТИ

В том же, что касается прочих городов, ситуация ещё более хаотична. Очевидно, что приобретение подвижного состава производится не планомерно (в соответствии с темпом выбытия), а по мере получения финансирования или возникновения крайне срочной потребности в нём. Важным фактором является перестройка всего общественного транспорта в городах и отсутствие, в ряде случаев, планов долгосрочного развития городов, транспортной инфраструктуры, включая общественный транспорт. В целом, наблюдается период перехода от хаотичного развития общественного транспорта к плановому в ряде городов, что было достигнуто, в том числе, за счет политики Минтранса России по форсированной разработке городами документов транспортного планирования.

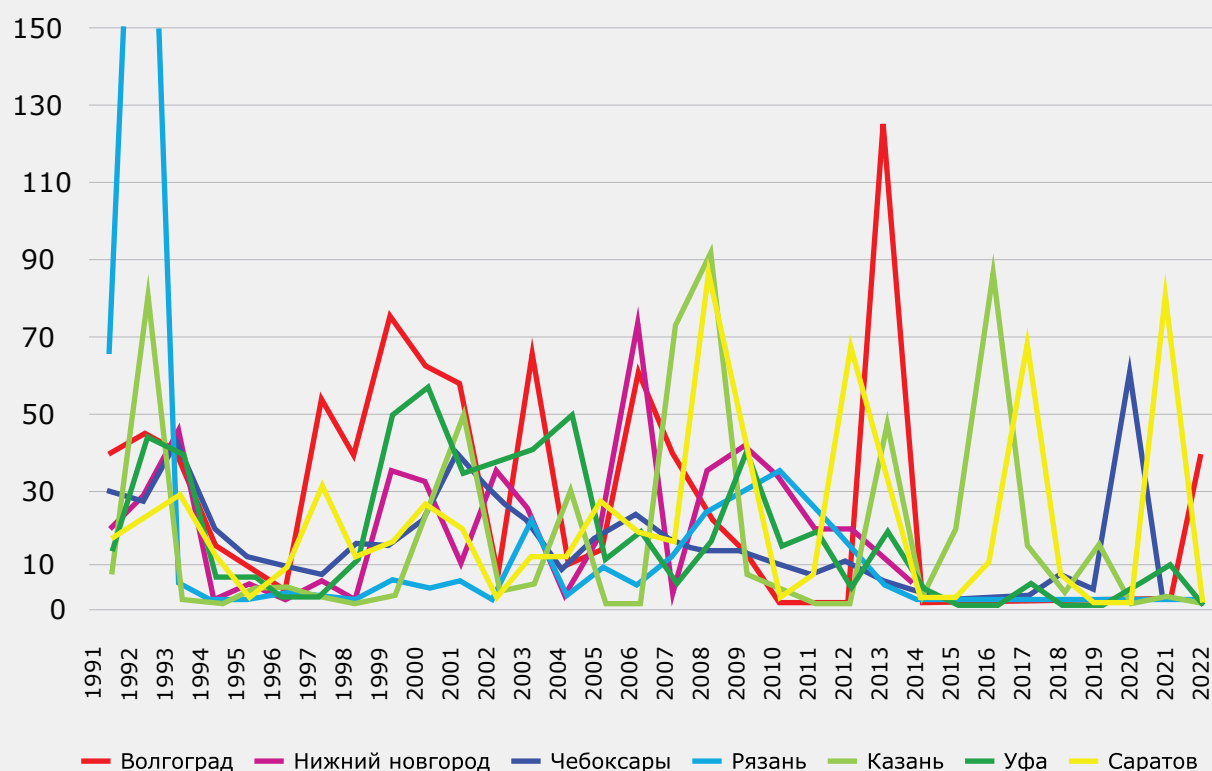


Рисунок 18.
Поставки троллейбусов в крупные города России, шт
Источник: Аналитика ПКТИ

3.2. Обзор поставок троллейбусов в 2019–2022 гг.

В период 2019–2022 годов рынок троллейбусов в России переживал рост. Как видно на графике ниже, объём годовых закупок подвижного состава в натуральном выражении вырос со 185 до 519 единиц с темпом роста 281%. Подобный рост мог быть обусловлен развитием новых технологических решений прежде всего в части увеличенного автономного хода. При этом, в соответствии с отмеченными ранее тенденциями, доля троллейбусов с увеличенным автономным ходом (более 10 км) резко увеличилась с 21,6% в 2019 году до 40,7% в 2022 году.

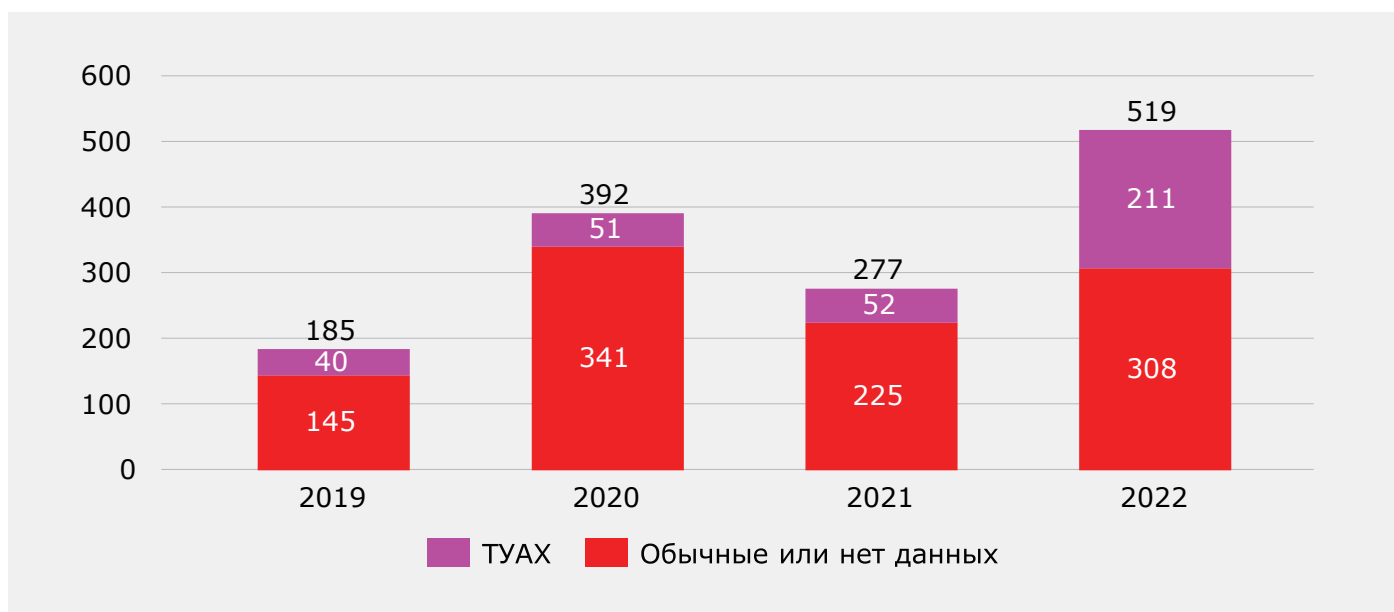


Рисунок 19.
Приобретение троллейбусов, в том числе с увеличенным автономным ходом

Основным поставщиком троллейбусов за период стала компания «Транс-Альфа», на долю которой пришлось 54% поставленных машин. На втором месте следует Уфимский трамвайно-троллейбусный завод, на третьем — Белкоммунмаш.

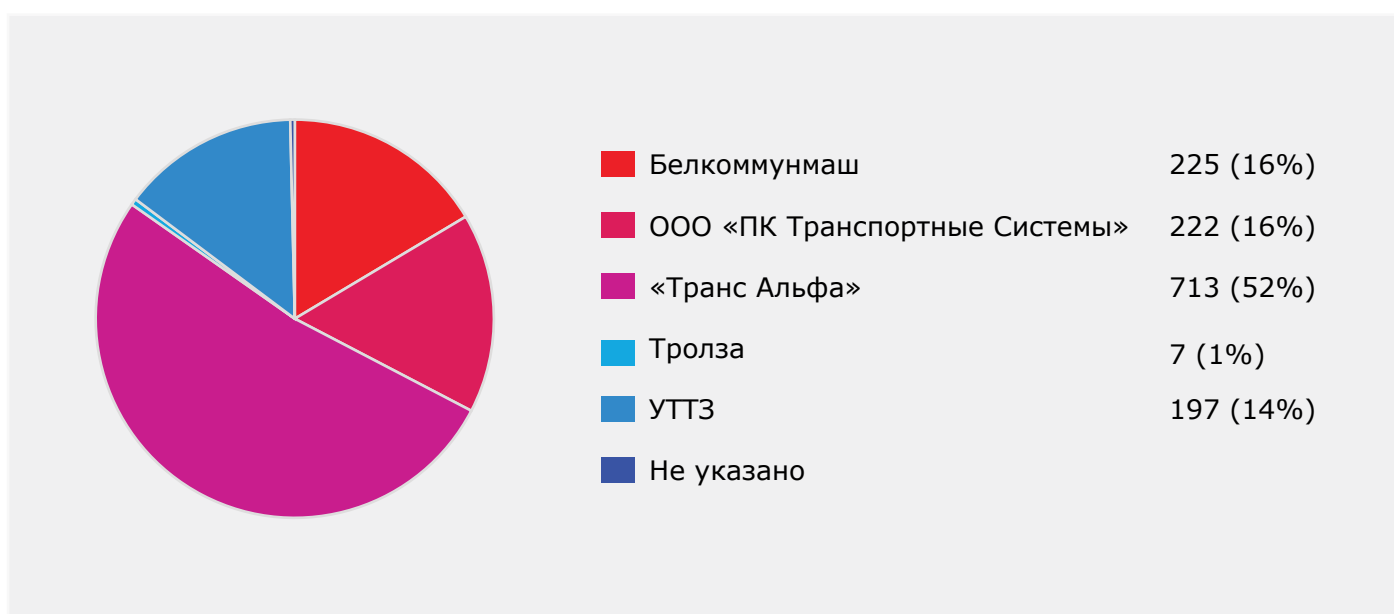


Рисунок 20.
Закупки троллейбусов в разрезе производителей

Опережающими темпами росли за этот период расходы на закупку подвижного состава. Темп роста по данному показателю в 2022 году по сравнению с 2019 годом составил 474%.

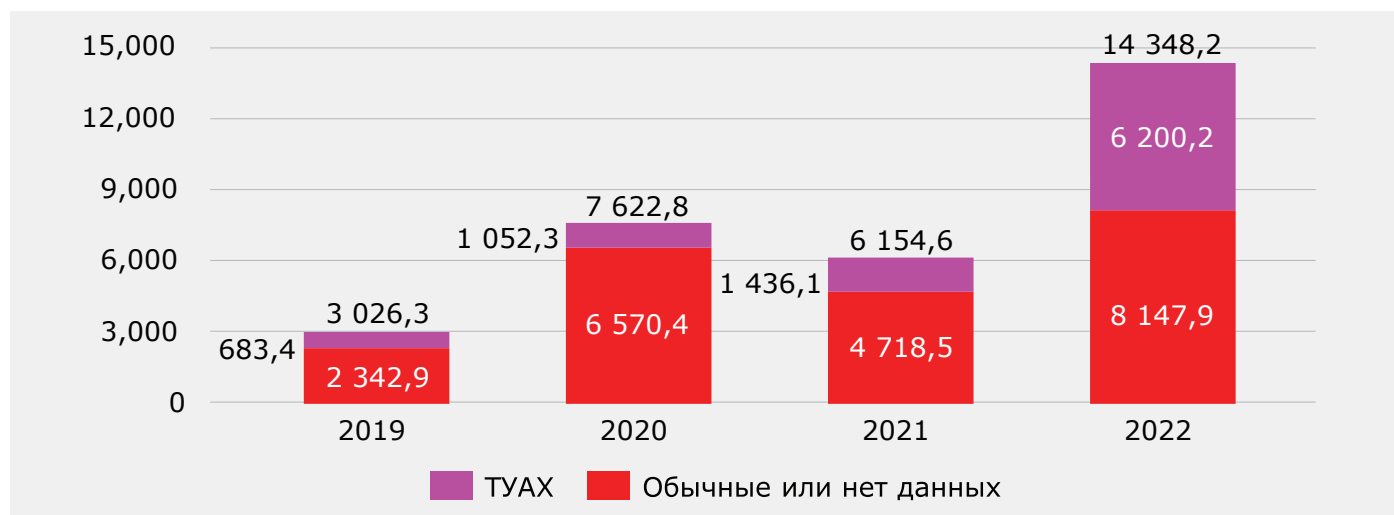


Рисунок 21.

Расходы на приобретение троллейбусов по годам, в том числе с выделением расходов на TYAX.

Как видно из сопоставления данных по темпам роста закупок в денежном и натуральном выражении, в рассматриваемом периоде наблюдался активный рост цен на подвижной состав троллейбуса. Исключением стал 2021 год, когда объёмы закупок заметно снизились и в денежном, и в натуральном выражении. В целом же за 2019–2022 годы темп роста цен составил 169%.

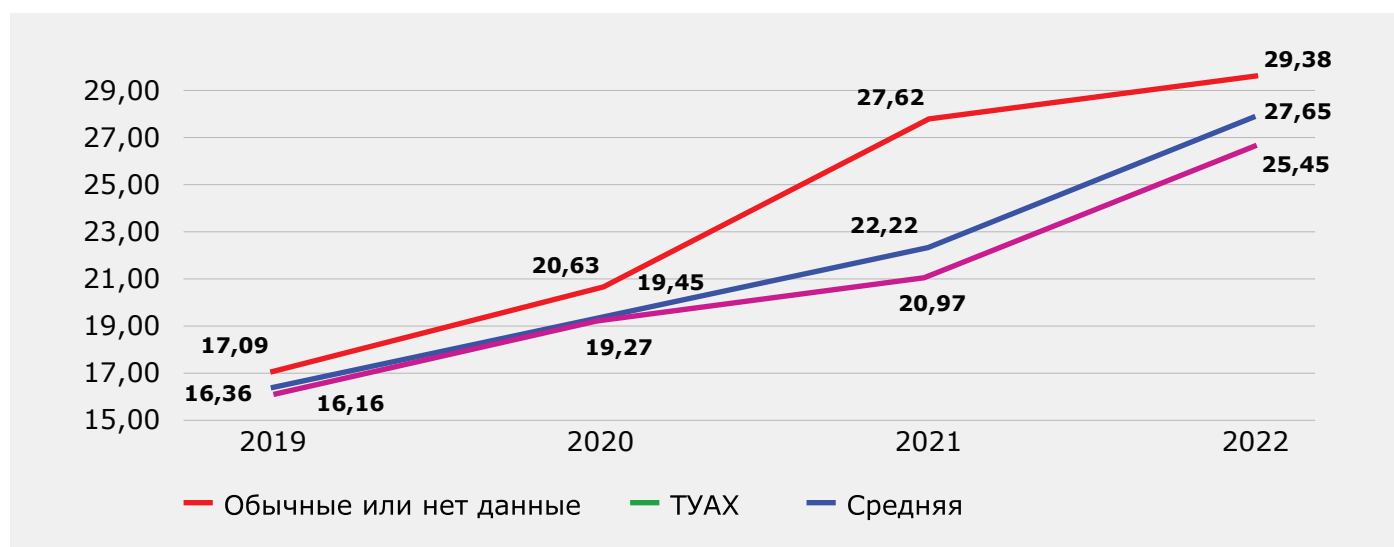


Рисунок 22.

Средняя цена обычного троллейбуса и троллейбуса с УАХ, млн руб.

Отчасти такие высокие цены определяются активными закупками дорогих комплектаций троллейбусов в Санкт-Петербурге. Так, в 2022 году город закупил 286 троллейбусов, из них 23 сочленённых по цене 40,3 млн руб. за штуку и 97 ТУАХ с автономным ходом не менее 20 км по цене 34,6 млн руб.

Тем не менее, рост цен на троллейбусы всех комплектаций является объективной реальностью. Среднегодовой прирост контрактных цен за этот период составил 19% в год.

Представленный ниже график средневзвешенных цен на поставляемые троллейбусы показывает, что лидерство «Транс-Альфы» как минимум отчасти является следствием агрессивной ценовой политики производителя. По итогам конкурсов цены «Транс-Альфы» стабильно оставались ниже средних по рынку практически на всём рассматриваемом интервале времени. Единственным исключением является 2019 год, в который средневзвешенная цена была ниже цен «Транс-Альфы» за счёт закупки в Саратове 7 троллейбусов производства ОАО «ТРОЛЗА» (последняя поставка данного производителя перед банкротством) по крайне низкой цене — 7,14 млн руб. за единицу.

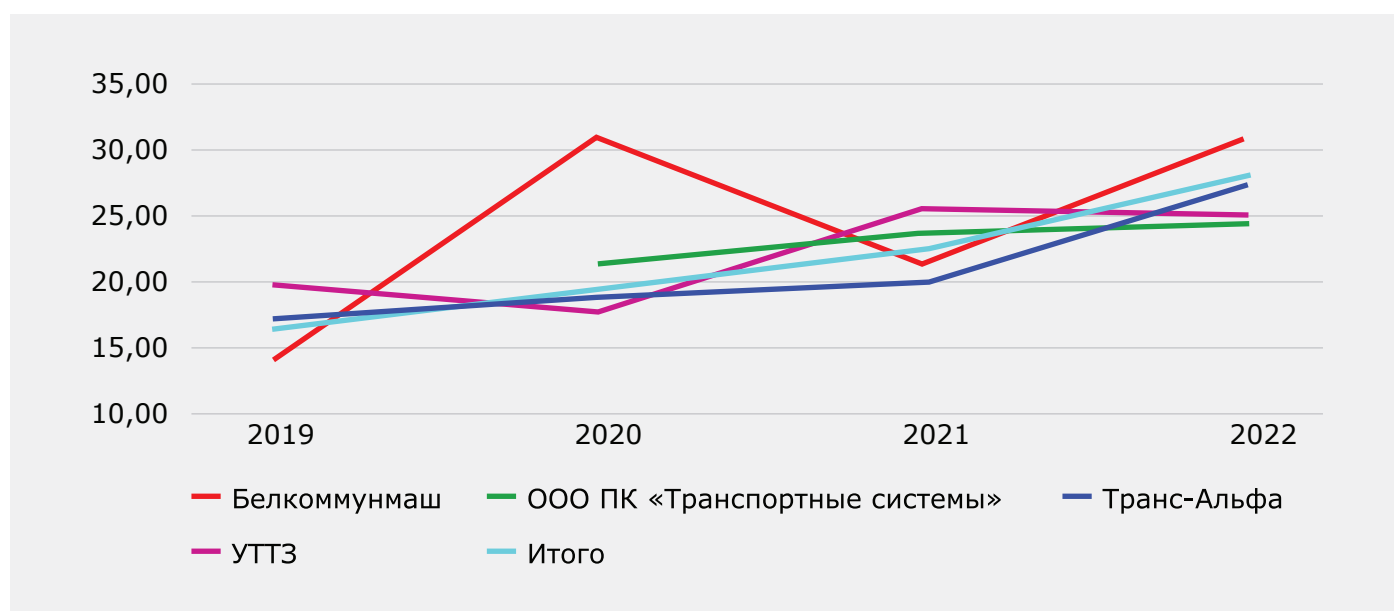


Рисунок 23.

Средневзвешенные цены на троллейбусы в разрезе производителей
(цена единственной поставки ОАО «ТРОЛЗА» в 2019 г. не отображена)

При анализе поставок следует также учитывать, что не всегда заключённые контракты исполняются вовремя. Несмотря на штрафные санкции, поставщики регулярно задерживают поставки, перенося их на следующий год. Ниже представлены данные о фактических поставках троллейбусов за 2019–2021 годы с учётом задержек.

Таблица 6.

Фактические поставки троллейбусов в разрезе городов-заказчиков и компаний-производителей в 2019 г., шт.

Город	Вологодский завод «Транс-Альфа»	Белком-мунмаш	Уфимский ТТЗ	Тролза	Примечания
Альметьевск	-	-	10	-	По контрактам предыдущих лет
Братск	3	-	-	-	
Иваново	-	-	1 + 5	-	5 машин — по контрактам предыдущих лет
Иркутск	9	-	-	-	
Казань	15	-	-	-	
Керчь	4	-	-	-	
Киров	15	-	-	-	
Краснодар	12	-	-	-	
Красноярск	1	-	-	-	
Курск	-	-	-	2	По контрактам предыдущих лет
Мурманск	2 + 10	-	-	-	10 машин — по контрактам предыдущих лет
Новокуйбышевск	-	15	-	-	

Город	Вологодский завод «Транс-Альфа»	Белком-мунмаш	Уфимский ТТЗ	Тролза	Примечания
Ново-российск	3	-	-	-	
Подольск	план — 3 факт — 0	-	-	1	1 машина Тролза — по контрактам предыдущих лет
Ростов	-	-	20 — план 1 — факт	-	
Рубцовск	1	-	-	-	
СПб	-	10 + 15 – план 10 + 16 – факт	-	-	10 машин — по контрактам предыдущих лет
Саратов	-	-	-	7	
Симфе-рополь	27 — план 18 — факт ⁴	-	-	-	
Чебоксары	-	-	4 — план 3 — факт	-	
Ярославль	7	-	-	-	По контрактам предыдущих лет
Итого	112 — план 100 — факт ¹	41 ¹	40 — план 20 — факт ²	10 ³	ИТОГО всеми заводами: 203 — план 171 — факт, из них 38 — по контрактам предыдущих лет

¹ из них 10 машин — по контрактам предыдущих лет

² из них 15 машин — по контрактам предыдущих лет

³ из них 3 машины — по контрактам предыдущих лет

⁴ в Симферополь на 31 декабря 2019 г. было недопоставлено 9 машин

Таблица 7.

Фактические поставки троллейбусов в разрезе городов-заказчиков и компаний-производителей в 2020 г., шт.

Город	ПКТС	Вологодский завод	УТТЗ	Белком-мунмаш	ВСЕГО
Новокузнецк	-	-	2	-	2
Севастополь	-	100	-	-	100
Новороссийск	-	4	-	-	4
СПб	73	18	-	20	111
Подольск	-	3	-	-	3
Омск	33	-	-	-	33
Иваново	31	-	-	-	31
Миасс	-	2	-	-	2
Чебоксары	-	-	10	-	10
Уфа	-	-	-	-	-
Ростов	-	-	14	-	14
Симферополь	-	9	-	-	9
Итого	137	136	26	20	319

Таблица 8.

Фактические поставки троллейбусов в разрезе городов-заказчиков и компаний-производителей в 2021 г., шт.

Город	ПКТС	Вологодский завод	Уфимский завод	Белком-мунмаш	ВСЕГО
Вологда	-	3	-	-	3
Иваново	8	-	-	-	8
Йошкар-Ола	-	-	-	10	10
Краснодар	-	-	-	-	1

Город	ПКТС	Вологодский завод	Уфимский завод	Белком-мунмаш	ВСЕГО
Красноярск	20	27	-	-	47
Миасс	-	4	-	-	4
Мурманск	-	8	-	5	13
Новокузнецк	-	-	19	-	19
Новороссийск	-	2	-	-	2
Новочебоксарск	-	-	8 ¹	-	8 ¹
Омск	29	-	-	-	29
Ростов	-	-	5 ¹	-	5 ¹
Рубцовск	-	1	-	1	2
Самара	22	-	-	-	22
СПб	14 ¹	17 ¹	-	-	31 ¹
Саратов	70	-	-	-	70
Стерлитамак	-	-	1 ¹	-	1 ¹
Уфа	-	-	9 ¹	-	9 ¹
Чебоксары	-	-	50 ¹	-	50 ¹
Чита	-	25	-	-	25
Итого	163	87	92	16	358

Примечание:

¹ Допоставки по контрактам прежних лет

НЕДОПОСТАВКИ 2021 г. на конец года:

Вологодский завод
«Транс-Альфа»

■ Красноярск.
27 из 30 машин.

■ Чита
Контракт №1: 20 из 45 машин.
Контракт №2: 5 из 25 машин.

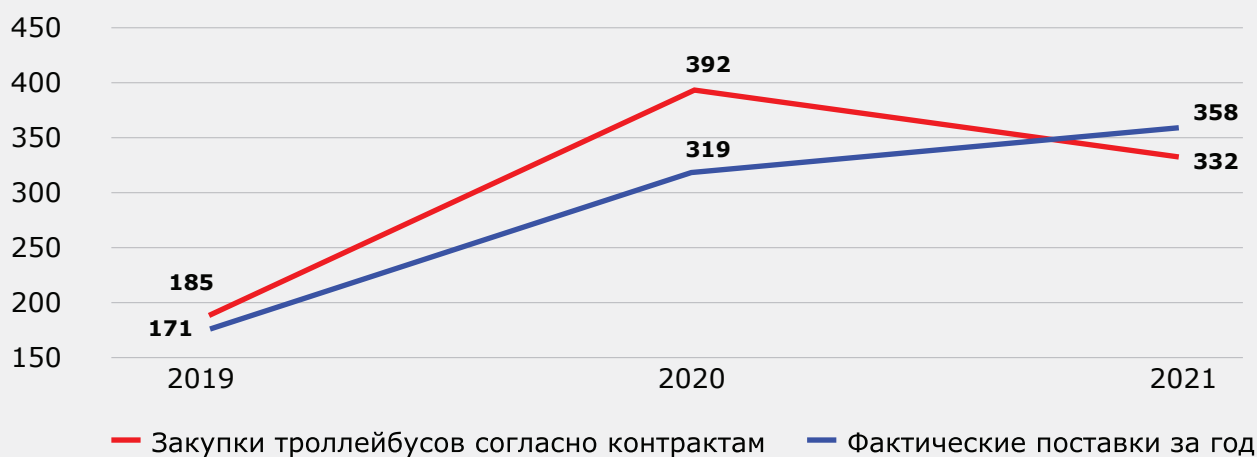


Рисунок 24.

Динамика закупок и фактических поставок троллейбусов в рамках государственных и муниципальных закупок, шт.

Для изучения структуры финансирования закупок троллейбусов было проанализировано 15 государственных и муниципальных контрактов на поставку в общей сложности 612 троллейбусов на сумму 116 105 млн руб.

Чуть более половины закупок (53,3%) сделано с привлечением субсидий из федерального бюджета:

- в рамках национального проекта «Безопасные качественные дороги» — федеральный проект «Развитие общественного транспорта»;
- в рамках национального проекта «Экология» — федеральный проект «Чистый воздух»;
- поставка 68 троллейбусов в Республику Чувашию были профинансирована Минпромторгом России.

В то же время закупки, проводимые за счёт городских бюджетов, были более объёмными и дорогими (в основном за счёт влияния больших закупок г. Санкт-Петербург); за счёт городских бюджетов был приобретен 321 троллейбус (52,5%) на общую сумму 9 989,7 млн руб.

Таблица 9. Источники финансирования по отдельным договорам на поставку троллейбусов

Город	Модель	Количество, шт.	Сумма контракта	Источник финансирования
Санкт-Петербург	6281.00 «Адмирал», ВМЗ-5298.01 «Авангард», БКМ 433030 Vitovt Max II	286	9 244,14	Средства гор. бюджета

Город	Модель	Количество, шт.	Сумма контракта	Источник финансирования
Йошкар-Ола	БКМ 321	10	238,15	Средства гор. бюджета
Уфа	УТТЗ-6241.01 «Горожанин»	10	189,81	Средства гор. бюджета
Мурманск	ВМЗ-5298.01 «Авангард»	6	115,52	Средства гор. бюджета
Миасс	ВМЗ-5298.01 «Авангард»	4	81,04	Средства гор. бюджета
Вологда	ВМЗ-5298.01 «Авангард»	3	87,92	Средства гор. бюджета
Ново-российск	ВМЗ-5298.01 «Авангард»	2	33,13	Средства гор. бюджета
Саратов	6281.00 «Адмирал»	70	1 778,28	Федеральный бюджет, НП «БКД»
Чебоксары и Новочебоксарск	УТТЗ-6241.01 «Горожанин»	68	1 178,48	Федеральный бюджет, Минпромторг России
Красноярск	6281.00 «Адмирал», ВМЗ-5298.01 «Авангард»	50	1 231,55	ФБ, НП «Экология»
Омск	6281.00 «Адмирал»	29	629,30	ФБ, НП «Экология»
Чита	ВМЗ-5298.01 «Авангард»	25	408,50	ФБ, НП «Экология»
Самара	6281.00 «Адмирал»	22	477,84	НП «БКД»
Новокузнецк	УТТЗ-6241.01 «Горожанин»	19	479,30	ФБ, НП «Экология»
Иваново	6281.00 «Адмирал»	8	131,80	ФБ, НП «БКД»
Итого		612	16 304,8	

3.3. Динамика протяженности троллейбусных сетей в 1990–2022 гг.

Экологические и экономические преимущества троллейбусного транспорта, а также позитивный имидж городских властей, заботящихся о качестве транспортного обслуживания и окружающей среде, всегда способствовали развитию сетей троллейбусного транспорта. С 1990 г. в 6 городах открыто троллейбусное движение (в т.ч. Смоленск, Химки, Подольск, Видное, Великий Новгород, Сызрань). В целом в России за это время построено свыше 589 км пассажирских троллейбусных линий.

С другой стороны, отсутствие обязательств по обеспечению соблюдения стандарта качества транспортного обслуживания и отсутствие необходимости повышать эффективность транспортного обслуживания (снижать социально-экономические издержки) привели к отказу от применения социально-экономического анализа последствий принимаемых решений органами власти в ряде городов (в том числе решениям по планированию маршрутных сетей, установлению пассажирских тарифов в отрыве от реальной экономической потребности без бюджетной компенсации, передаче маршрутов коммерсантам с последующим закрытием всех дублируемых невыгодных маршрутов). Результатом стало накопление износа основных фондов троллейбусного транспорта с последующим его закрытием в 13 городах: Архангельск, Астрахань, Благовещенск, Владикавказ, Грозный, Каменск-Уральский, Курган, Липецк, Пермь, Сызрань, Тверь, Тюмень и Шахты. В процессе закрытия находится троллейбусное предприятие Белгорода.

Реестр новых участков троллейбусного движения представлен ниже (таблица 6).

Таблица 6.

Новые участки троллейбусных линий, открытые в городах России в период с 1992 г.

№	Город	Трасса	Протяженность, км	Год ввода	Год закрытия	Построена «вместо трамвая»	Маршруты
1	2	4	5	6	7	8	9
1	Чита	Карповский тракт	5,7	Строится			
2	Ленинск-Кузнецкий	Топкинская, Кузбасский пер., Пирогова, Юргинский., просп. Ленина и Кольчугинский	3,9	Строится			
3	Альметьевск	Ул. Шевченко, проспект Зарипова	2,5	2022			7А
4	Саратов-Энгельс	Саратовский мост, Лесозаводская ул. (Энгельс)	9,2	2021			109
5	Новороссийск	Южная улица	2,4	2021			7,14
6	Казань	Ул. Хусаина Мавлютова (от ул. Парина до просп. Победы), просп. Победы, Оренбургский тракт	2,3	2021			8

№	Город	Трасса	Протяжен- ность, км/оп	Год ввода	Год закрытия	Построена «вместо трамвая»	Маршруты
7	Иваново	Проспект 70-летия Победы	1,9	2021			7, 10
8	Уфа	Ул. имени города Галле, Затонское ш., Алексеевское ш.,	14,0	2020			18
9	Красноярск	Ул. 9 Мая, ул. Шумяцкого, Светлогорская ул.	1,4	2020			5
10	Красноярск	Ул. Чернышёва	1,0	2020			15
11	Москва	Нижняя Красносельская улица	1,0	2020			Т
12	Москва	Рязанский проезд	0,4	2020			Т
13	Чебоксары	Чебоксарский просп., ул. Прокопьева	7,8	2019			3, 20
14	Иркутск	Академический мост, ул. 3 июля, улица Пискунова	7,3	2019			5
15	Чебоксары	Ул. Чернышевского	0,8	2019			11, 15, 17, 20, 22
16	Калуга	Ул. Фомушина	4,6	2018			18
17	Краснодар	Ул. 1 Мая, ул. Черкасская, Восточно- Кругликовская ул.	2,6	2018			15, 21
18	Петрозаводск	Гоголевский путепровод	1,8	2018			
19	Махачкала- Каспийск	Просп. Насрутдинова, просп. Акулиничева, ул. Ленина (Каспийск)	14,0	2017			3, 12
20	Москва	Ул. Старый Гай, Кетчерская, Новокосинская....	10,0	2016	2020		75
21	Пенза	2 остановки	1,0	2016			4, 6, 7
22	Новокузнецк	Проспект Курако, проспект Строителей	8,8	2015		1	7
23	Смоленск	Рыленкова, Попова	2,3	2015			3
24	Подольск	Академика Доллежала	1,6	2015			5
25	Смоленск	Рыленкова, Попова, Петра Алексеева	2,1	2014			2
26	Москва	Ул. Маршала Покрышкина, ул. Озёрная	4,4	2013	2020		62, 84/м4

№	Город	Трасса	Протяжён- ность, км/оп	Год ввода	Год закрытия	Построена «вместо трамвая»	Маршруты
27	Казань	Амирхана	1,8	2013			1
28	Казань	Вахитова, Краснококшайская	5,8	2012			1
29	Москва	Ул. Мнёвники	4,0	2012	2020		43
30	Санкт- Петербург	От Доблести до Героев	1,8	2012			32, 35, 41, 45, 48
31	Казань	Ул. Лево-Булачная	1,6	2012			4, 10
32	Казань	Ул. Мавлютова, академика Парина	5,0	2011			8
33	Курск	1-й Северо-Западный микрорайон	11,2	2010			2, 9
34	Томск	79-й Гвардейской Дивизии	2,6	2010			5
35	Казань	От просп. Ямашева, до ул. Декабристов	2,0	2010			1
36	Дзержинск	Черняховского, Октябрьская	1,6	2010		1	5
37	Казань	Рашида Вагапова, Закиева, Ак. Глушко	1,6	2010			9, 21
38	Краснодар	Академика Трубилина, Алма-Атинская, 70 лет Октября	7,2	2009			11
39	Томск	От ул. Пушкина до просп. Фрунзе	5,4	2009			7
40	Казань	Рихарда Зорге, Гвардейская	10,8	2008			21 (5)
41	Калуга	Гагарина, Тульское ш., Генерала Попова	7,0	2008			18
42	Волгодонск	Ленинградская, Карла Маркса, Мира, Лазоревый	5,4	2008			3, 3а
43	Казань	Взлётная (просп. Альберта Камалеева), Академика Сахарова	8,7	2007			20 (3)
44	Тула	Советская, Пролетарская, Ложевая	7,8	2007	н/р		10
45	Пенза	Чаадаева, Дружбы, Клары Цеткин, Долгорукова	7,6	2007			9
46	Подольск	Железнодорожная, Правды, Машиностроителей	7,2	2007			4

№	Город	Трасса	Протяжён- ность, км/оп	Год ввода	Год закрытия	Построена «вместо трамвая»	Маршруты
47	Казань	Адоратского, Воровского, Амирхана	5,0	2007	2014		19
48	Казань	Чистопольская, Амирхана, Адоратского	5,0	2007			18
49	Краснодар	Школьная, Восточно- Кругликовская	2,6	2007	2018		11
50	Петрозаводск	Лососинское шоссе	1,8	2007			1, 8, 10
51	Челябинск	Улицы Чичерина и Братьев Кашириных	11,6	2006			26
52	Калининград	Ул. Горького	6,0	2006		1	
53	Петрозаводск	Лесной проспект	3,0	2006			1
54	Казань	Авангардная, Фрезерная, Техническая	2,9	2006			6, 9
55	Химки	Просп. Мира	0,8	2006			
56	Уфа	Академика Королёва, Юрия Гагарина	7,3	2005	н/р		19, 20
57	Стерлитамак	Артёма	7,2	2005			16, 17, 19
58	Уфа	Затонское ш., Алексеевское ш.	6,0	2005	н/р		18
59	Липецк	Ул. Катукова	5,4	2005	2017	1	
60	Петрозаводск	Шотмана, Чапаева	5,0	2005			1
61	Видное	Коксогазовый завод	4,2	2005			3, 4
62	Краснодар	Ул. Будённого	2,8	2005	н/р		11
63	Уфа	Ул. имени города Галле, Затонское ш., ул. Дружбы Народов, ул. Ахметова	21,6	2004	н/р		3
64	Нальчик	Суворова, Калинина	17,6	2004	н/р		7
65	Подольск	Комсомольская, Северная, Бронницкая, Железнодорожная	8,6	2004			3
66	Сызрань	Охотная, Монастырская, Чапаева	8,2	2004	2009		1
67	Краснодар	Дзержинского	6,8	2004			5 (2, 13)

№	Город	Трасса	Протяжен- ность, км/оп	Год ввода	Год закрытия	Построена «вместо трамвая»	Маршруты
68	Уфа	Геorgia Мушникова, Баландина, Тухвата Янаби	6,6	2004	н/р		9, 10, 15
69	Липецк	Неделина	6,0	2004	2017	1	
70	Уфа	Ферина	3,6	2004			9, 10, 15
71	Казань	Проспект Ямашева (от Ибрагимова до Декабристов)	1,0	2004			
72	Петрозаводск	Лыжная ул.	1,0	2004			7
73	Краснодар	Ул. Мира, Кубанская наб., Кожевенная ул., проспект Чекистов, ул. 70-летия Октября	13,6	2003			8
74	Липецк	Гагарина, Студёновская	8,2	2003	2012	1	4
75	Видное	Ленинского комсомола, Заводская, Школьная, Советская	4,1	2003			2
76	Благо- вещенск	Дьяченко, Институтская	3,6	2003			2в, 2к
77	Сызрань	50 лет Октября, Выборгская, Комарова	6,2	2002	2009		1
78	Подольск	Курская, Комсомольская, Матросская, Стекольниковая, Кирова, Октябрьский просп., Красногвардейский бульв., 43-й Армии, Ленинградская	14,7	2001			1
79	Химки	Строителей, Молодёжная, Свободы, Планерная	7,4	2001			202, 203
80	Подольск	Красногвардейский бульв., 43-й Армии, Ленинградская	4,3	2001			2
81	Краснодар	Восток Комсомольского микрорайона	3,2	2001			
82	Стерлитамак	Худабейрина	3,2	2001			6, 16, 19
83	Нальчик	Канукоева	2,0	2001	н/р		6

№	Город	Трасса	Протяжён- ность, км/оп	Год ввода	Год закрытия	Построена «вместо трамвая»	Маршруты
84	Видное	Донбасская, Ленинского Комсомола, Заводская, Школьная, Советская	8,9	2000			1
85	Уфа	Сипайловская, Маршала Жукова, Баязита Бикбая	8,1	2000			19
86	Барнаул	Малахова, Балтийская, попова	7,6	2000			
87	Благо- вещенск	Игнатьевское ш., Студенческая, Институтская, Василенко, Воронкова	6,3	2000			2в, 2к
88	Нальчик	Шогенцукова	5,0	2000	н/р		6
89	Балаково	Вокзальная, Комарова	3,0	2000	н/р		10
90	Нальчик	Ногмова	2,6	2000	н/р		5
91	Великий Новгород	Проспект Александра Корсунова	2,4	2000	н/р		4, 5
92	Владимир	Комиссарова	2,2	1999	н/р		11
93	Великий Новгород	Элкон	7,1	1998			1, 3
94	Санкт- Петербург	Торфяная дорога, Гаккелевская ул.	4,0	1998			25
95	Казань	Юлиуса Фучика, Академика Сахарова, проспект Победы, Закиева	3,5	1998			15
96	Химки	Юбилейный просп., Маяковского, просп. Мира	8,2	1997			1
97	Йошкар-Ола	4-й микрорайон	3,3	1997			9, 9а
98	Саратов	Чапаева (от Советской до Чернышевского)	2,6	1997		1	2
99	Йошкар-Ола	Ул. Кирова	2,0	1997			2
100	Петрозаводск	Ключевая, Судостроительная, Кемская	2,0	1997			1
101	Орёл	Рощинская ул., Московское шоссе	1,4	1997			7
102	Саратов	Чапаева (от Московской до Сакко и Ванцетти)	1,2	1997		1	15

№	Город	Трасса	Протяженность, км	Год ввода	Год закрытия	Построена «вместо трамвая»	Маршруты
103	Томск	Ул. Ивана Черных	1,4	1996			3
104	Великий Новгород	Просп. Мира, просп. Академика Корсунова, Большая Санкт-Петербургская ул.	17,2	1995			1
105	Петрозаводск	Ул. Калинина, Ключевское шоссе, Репникова, Антонова, Корабелов.	9,2	1995			6
106	Смоленск	Румянцева, 25-го Сентября, Рыленкова	5,2	1995			2
107	Казань	Проспект Ямашева	12,2	1993			
108	Санкт-Петербург	Кантемировская ул., Кушелевская дорога	6,4	1993			31
109	Йошкар-Ола	Опытное поле	3,6	1993			9А
110	Казань	Ул. Юлиуса Фучика	3,4	1992			12
	Всего		589,0		146,9		

За период с 1992 года открыто 110 участков (более 3 участков в год в среднем) суммарной протяженностью 589,0 км. К сожалению, в ряде случаев 10 из числа ранее открытых линий в последующем были закрыты, ещё на 12 участках движение было приостановлено (инфраструктура сохраняется, пассажирского движения нет). Так, наибольший рост протяженности в период с 1992 года наблюдался в 2004 году (сразу +81,0 км сразу в нескольких городах — рис. 25).

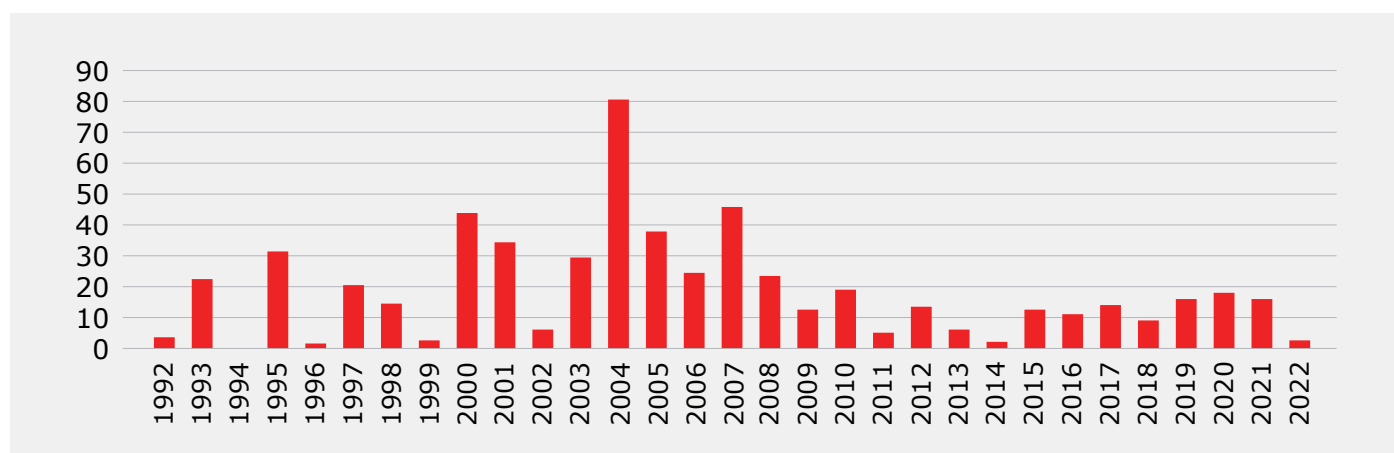


Рисунок 25.
Динамика вводимой протяженности линий троллейбуса по годам, км

В 1992 году троллейбус работал в 90 городах России. Троллейбусные линии в период с 1992 года открывались в 42 городах, в 48 городах из имевших троллейбус не построено ни одной новой линии за последние 30 лет (см. рис. 25). Наибольшая протяженность — свыше 20 км — вводилась в 7 городах: Казань, Уфа, Краснодар, Подольск, Нальчик, Великий Новгород, Петрозаводск (292,7 км суммарно).

Из 110 открытых участков, на 23 участках движение было впоследствии остановлено, в том числе 10 линий демонтировали, 13 линий находятся без пассажирского движения (в т.ч. частично). Общая протяженность новых линий троллейбуса, закрытых после открытия, составляет 147 км — это почти 25% от возводимых новых линий. Наихудшим примером является Сызрань: город открыл троллейбусное движение только в 2004 году, но всего через 5 лет, в 2009 году, троллейбусное движение было закрыто. Фактически, подвижной состав, который мог служить 15 лет, и инфраструктура, которая послужила бы не менее 20–50 лет, были по недоразумению утрачены всего за 5 лет.

Крайне негативным примером также является строительство троллейбусных линий взамен закрываемых трамвайных. Как правило, это были случаи, когда трамвай якобы «мешал автомобильному движению», а троллейбус должен был устранить эту «помеху» (Саратов, Калининград, Липецк, Дзержинск, Новокузнецк). В результате в Липецке движение троллейбусов также было полностью закрыто буквально через несколько лет.

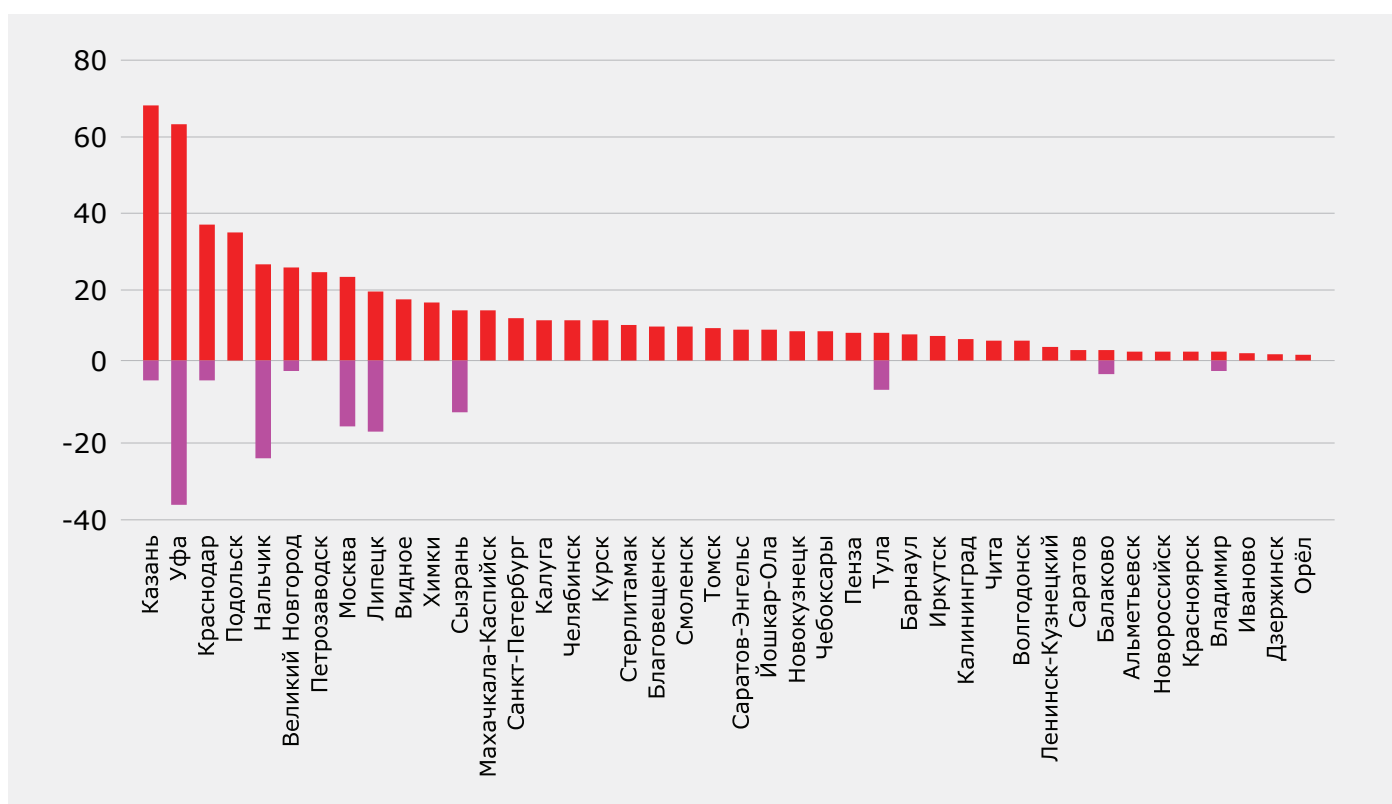


Рисунок 25.

Динамика вводимой протяженности линий троллейбуса по городам, включая протяженность впоследствии закрытых линий, км

Указанная неравномерная динамика ввода линий, закрытие ряда недавно открытых троллейбусных линий говорят об отсутствии системного подхода к обоснованию и правил одобрения строительства новой инфраструктуры.

Надлежащее внимание к качеству управления системами ПТОП в городах со стороны Минтранса и Минпромторга России (в части экономики пассажирского транспорта, эффектов по безопасности дорожного движения, совершенствованию методических рекомендаций по подготовке документов транспортного планирования), Минприроды России (в части эффектов по окружающей среде) сможет способствовать повышению качества управления и росту использования трамвайного и троллейбусного транспорта с постепенным замещением автобусного транспорта, работающего «по умолчанию» (т.е. в отсутствие экономического анализа). Это дает основания для прогнозирования роста использования троллейбусного транспорта, в том числе с автономным ходом, при этом на магистральных маршрутах (с частотой движения не менее 7,5 рейсов в час) необходимо использование контактной сети на всём протяжении маршрута, а на прочих (с меньшей частотой движения) целесообразно использование автономного хода.

■ **Альметьевск.** В конце 2021 года открыта новая односторонняя троллейбусная линия длиной 2,5 км по ул. Шевченко и пр. Зарипова. Ранее по этой трассе ходили троллейбусы с увеличенным автономным ходом. Теперь там могут ездить любые машины.

■ В **Ростове-на-Дону** восстановлен маршрут троллейбуса, прекративший свою работу ещё в 1998 году. Его длина более 20 километров, а возобновлён он в связи с востребованностью. Часть пути троллейбусы маршрута №17 проходят на автономном ходу.

■ Троллейбусная линия «**Саратов — Энгельс**». Троллейбус по мосту через Волгу был закрыт в 2004 году и возвращён в 2021 году после многочисленных обращений граждан. Линия запущена 2 июля 2021 года, когда по ней поехал троллейбусный маршрут №109.

■ **Махачкала — Каспийск.** С 1 февраля 2017 года два дагестанских города — Махачкалу и Каспийск — соединила троллейбусная линия длиной 26 км.

■ В **Чите** идет сооружение новой линии. Планируется строительство нового депо и продление линий троллейбуса.

3.4. Динамика развития использования троллейбусов с увеличенным автономным ходом

В массовом сознании прочно закрепилось представление о том, что троллейбус — транспортное средство, жестко привязанное к контактной сети. И хотя в последние 10 лет троллейбус как вид транспорта существенно изменился, инерция старых представлений негативно повлияла на развитие этого вида транспорта в ряде городов, принявших решение о его ликвидации.

Тем не менее, попытки «отвязать» троллейбус от контактной сети начали предпринимать ещё в советские годы, однако существенных успехов в этом направлении удалось достичь только в XXI веке.

Первые машины с аварийным автономным ходом начали появляться в троллейбусных парках ещё в начале 2000-х годов. Они были оснащены небольшим аккумулятором, позволявшим проехать расстояние до 1 километра без питания от контактной сети. Обычно этого расстояния было достаточно для того, чтобы объехать ДТП или выехать из-под обесточенного участка. Однако прежде чем автономный ход начал использоваться на маршрутной сети, пришлось преодолеть немало бюрократических барьеров. Так, например, машин с аварийным автономным ходом в парках Москвы на начало 2010-х годов было уже достаточно много, однако по факту он на них не использовался, а троллейбусы простаивали при ДТП или обрыве контактной сети.

С середины 2010-х годов начались эксперименты с увеличенным автономным ходом. Первые экспериментальные маршруты «не под проводами» были запущены в Барнауле, Братске, Новосибирске и Вологде. Первые постоянные маршруты троллейбусов с беспроводными участками были в 2014 году запущены в Туле (маршруты 10, 11, 12 в новые районы и пригороды) и Нальчике (пригородные маршруты в посёлки Нартан и Шалушка). С 2015 по 2019 годы много маршрутов за пределы действующей троллейбусной сети было запущено в городах Крыма: Симферополе, Севастополе и в Керчи. На данный момент Симферополь — лидер среди городов России по протяжённости автономных участков троллейбусных маршрутов (почти 100 км). В Севастополе был запущен пригородный маршрут №92 в соседний город Инкерман, однако впоследствии из-за нехватки машин с УАХ он был заменён автобусами, а троллейбусы были переведены на новые маршруты 10к, 11, 11а.

Общее количество троллейбусов, используемых на маршрутах в режиме автономного хода, а также общая протяжённость маршрутов с участками автономного хода стабильно росли в период с 2014 года (рис. 4, рис. 5).

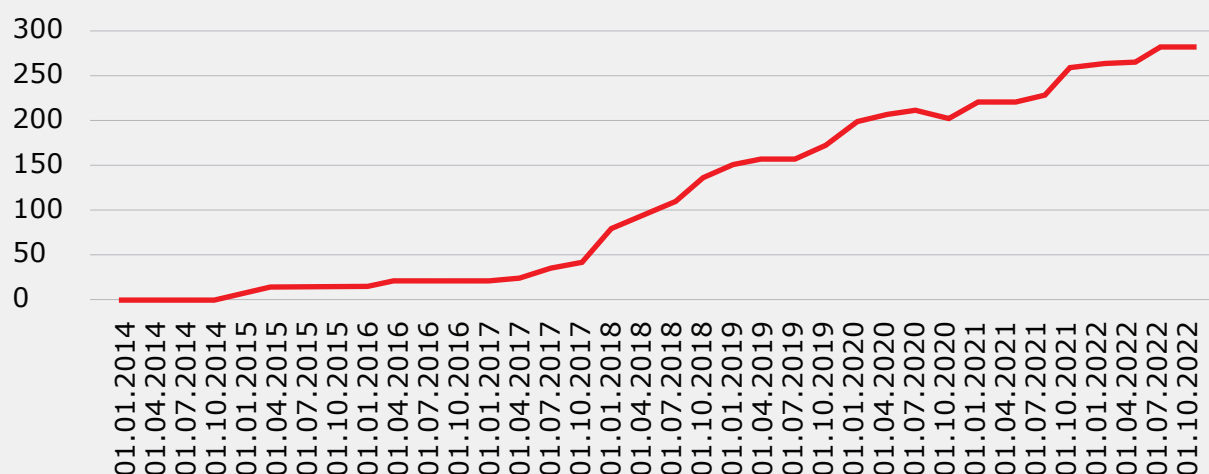


Рисунок 4. Общая численность троллейбусов с УАХ, использующихся на маршрутах с участками без контактной сети

Источник: Аналитика ПКТИ

С 2017 года одним из ведущих городов по развитию троллейбусов с увеличенным автономным ходом является Санкт-Петербург: на данный момент здесь курсирует 9 маршрутов, по которым ходит 119 машин. Общая длина автономных участков составляет более 50 км в однопутном исчислении.

Анализ использования ТУАХов на маршрутах показывает, что разные города используют эту опцию по-разному. Наиболее популярно продление действующих маршрутов в новые районы, где по каким-либо причинам нецелесообразно строить контактную сеть (Курск, Новокузнецк, Саратов, Красноярск, Ростов, маршруты 23, 32, 41, 46 в Санкт-Петербурге). Некоторые города запускают троллейбусы с автономным ходом в пригороды (Иркутск, Севастополь, Нальчик). Частота курсирования таких маршрутов может быть очень низкой и составлять лишь несколько рейсов в день.

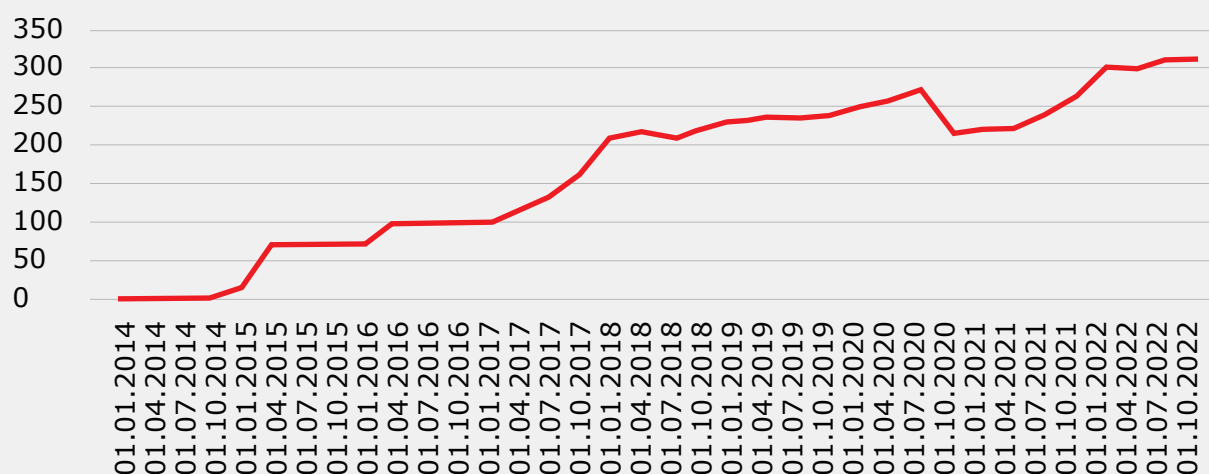


Рисунок 4. Суммарная протяженность автономных участков троллейбусов в городах России, км
Источник: Аналитика ПКТИ

3.5. Прогноз поставок троллейбусов на период до 2024 года

В апреле 2022 года Минпромторг России подготовил справочную информацию на основе опроса производителей о мощностях по производству троллейбусов (ссылка). Предполагаем, что эти данные могут служить верхней границей прогнозируемого компаниями объема рынка троллейбусов на период до 2024 года. По данным Минпромторга России, если в 2021 году объем рынка троллейбусов составил 358 единиц подвижного состава, то в 2022 году производители готовы удовлетворить спрос в размере 740 единиц на общую сумму 17,0 млрд руб., в 2023 — 1 060 единиц, а в 2024 — 1 110 единиц. В этих цифрах нет потенциала еще как минимум четырех производителей троллейбусов (КАМАЗ, Синара, БКМ и МАЗ), анонсировавших свои модели для рынка.

Объем заключенных контрактов на поставку троллейбусов в 2021–2022 гг. составил в денежном выражении 14,865 млрд руб., в 2022 году российские производители готовы произвести продукцию на сумму 12,5 млрд руб., а в 2023 году потенциал производства составит порядка 400 троллейбусов на сумму 20 млрд руб.

Часть машин по контрактам, заключенным с 2021 году, уже поставлены, часть находится в стадии производства. Самый крупный контракт на поставку 286 машин в течение 2021–2024 гг. был заключен городом Санкт-Петербургом.

Согласно декларированной регионами потребности в обновлении троллейбусов по Национальному проекту «Безопасные и качественные дороги», на период 2022–2024 гг. требуется поставка 478 троллейбусов (311 — в 2022 г., 114 — в 2023, 53 — в 2024).

Таблица 7. Фактический и официально декларируемый спрос на подвижной состав троллейбуса в 2022–2024 гг.

Город	Модель	Количество				Годы контракта	Статус
		Всего:	2022 г.	2023 г.	2024 г.		
Санкт-Петербург	ВМЗ-5298.01 «Авангард»	286 ¹	178	108		2021–2024	Идёт поставка
Волгоград	БКМ 32100D	56	56			2022	Идёт поставка
Челябинск	н/д	168	40	128		2022	Заявка. Концессия
Миасс	н/д	4	4			2022	Госзакупка
Брянск	ВМЗ-5298.01 «Авангард»	64	64			2022	Госзакупка
Ковров	н/д	5	5			2022	Госзакупка
Петро-заводск	ВМЗ-5298.01 «Авангард»	43	16		27	2022	Госзакупка
Ярославль	н/д	4	4			2022	Госзакупка
Альметьевск	ВМЗ-5298.01 «Авангард»	10	10			2022	Госзакупка
Брянск	н/д	64	64			2022	Объявленная потребность

Город	Модель	Количество				Годы контракта	Статус
		Всего:	2022 г.	2023 г.	2024 г.		
Владимир	н/д	70	36	22	12	2022	
Севастополь	н/д	18	18			2022	Объявленная потребность
Иркутск	н/д	49	8	20	21	2022	Объявленная потребность
Кемерово	н/д	70	20	30	20	2022	Объявленная потребность
Ново-российск	н/д	14	14			2022	Объявленная потребность
Курск	н/д	15	15			2022	Объявленная потребность
Дзержинск	н/д	22		22		2023	Объявленная потребность
Йошкар-Ола	н/д	83	51	32		2022	Объявленная потребность
Абакан	н/д	10					Объявленная потребность
Ростов-на-Дону	н/д	25					Объявленная потребность
Ставрополь	н/д	31		14	17	2023	Объявленная потребность
Хабаровск	н/д	20		10	10	2023	Объявленная потребность
Чебоксары	н/д	40	40			2022	Объявленная потребность
Итого		1043	643	258	107		

¹ в т.ч. 97 с УАХ и 23 сочленённых

Источник: Аналитика ПКТИ

Города России продолжают обновлять подвижной состав троллейбуса, понимая важность этого вида транспорта и перспективы его развития.

В 2021 году транспортным предприятиям российских городов было поставлено 358 троллейбусов. В 2022–2024 гг. планируется поставить более 400 троллейбусов (с учетом уже поставленных с начала 2022 года).

С 2022 года планируется развитие троллейбусной сети по концессии в городе Челябинск.



Рисунок 24. Троллейбус СИНАРА, производства «СТМ-энергорешения»
Фото: Георгий Красников

- Министр дорожного хозяйства и транспорта Челябинской области Алексей Нечаев подписал концессионное соглашение с ООО «Синара — Городские Транспортные Решения Челябинск». Модернизировать троллейбусную сеть начнут в 2022 году и за два года будет обновлено 168 троллейбусов, из них 98 — на увеличенном автономном ходу, будет построено новое депо и проведена реконструкция существующего, обновлены тяговые подстанции. Также проведут реконструкцию имеющейся контактной сети и построят 4,5 км новой.
- Серийное производство троллейбусов «СТМ-Энергорешения» для компании-концессионера будет организовано на площадях Челябинского трубопрокатного завода. После обновления всей системы концессионер обязуется содержать троллейбусное хозяйство еще в течение 15 лет. Для реализации проекта получено федеральное финансирование в размере 4,2 млрд рублей, а также привлечены частные инвестиции в размере 7,3 млрд рублей.

3.6. Прогноз поставок троллейбусов до 2030 года

В соответствии с приказом Минтранса России №351, расчет затрат на обновление подвижного состава перевозчиков производится при условии полностью равномерного обновления, при котором ежегодно обновляется $1/N$ часть парка, где N — нормативный срок службы подвижного состава соответствующего вида транспорта и класса вместимости. Учитывая, что срок службы троллейбусов в среднем составляет 15 лет (что и учтено в приказе №351), каждый год должна обновляться $1/15$ часть парка. Данное значение позволяет оценить потенциал ежегодного спроса без развития сетей троллейбуса, который составит 474 единиц в год (инерционный сценарий).

Негативным сценарием является сохранение темпов закрытия троллейбусных сетей с выбытием парка до 600 единиц в год с соответствующим сокращением спроса.

По восстановительному сценарию будет производиться опережающая замена подвижного состава со сверхнормативным сроком эксплуатации. В настоящее время 27,5% троллейбусов имеют возраст более 15 лет. Мы исходим из того, что будет поставлена задача замены этого подвижного состава на новый в течение 7 лет. Это создаст дополнительный спрос в размере 280 троллейбусов в год на период 2023–2029 годов.

Развитие сетей ГЭТ при существующих темпах (раздел 2.4) приведет к росту пассажиропотока на 1% в год и появлению дополнительного спроса в размере 50–60 троллейбусов в год в рамках сценария умеренного развития. И, наконец, перенос этого сценария на оставшиеся крупные города приводит к сценарию целевого развития, в котором все крупные города начинают постепенное развитие сетей ГЭТ. В этом сценарии увеличение пассажиропотока составляет 3% в год, а дополнительный спрос на подвижной состав — 200–270 единиц в год. График динамики спроса по годам в соответствии с описанными сценариями приведен на рисунке ниже.

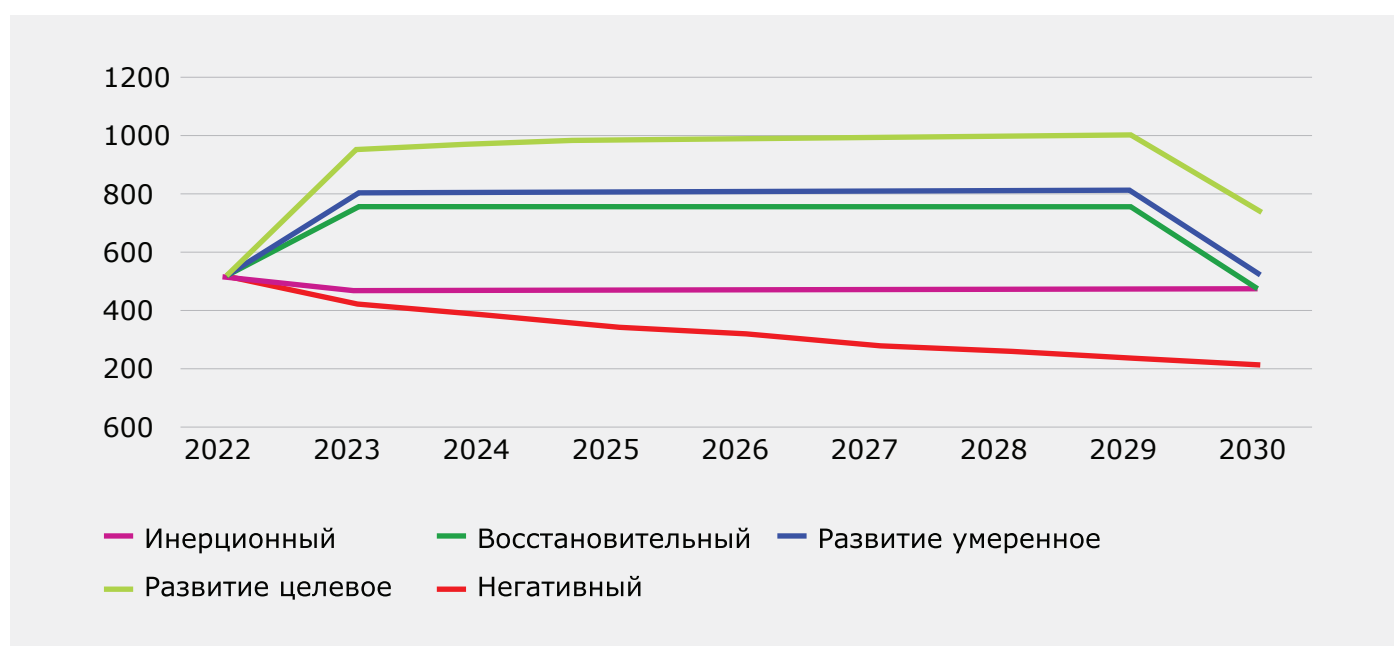


Рисунок 25.

Объем закупа подвижного состава на период до 2030 года при разных сценариях развития, шт. Источник: Прогноз ПКТИ

Легко увидеть, что реализация данных сценариев вполне возможна с использованием производственных мощностей имеющихся в России и Белоруссии предприятий. Как мы определили ранее, суммарные производственные мощности при полной загрузке составляют порядка 1 000 троллейбусов в год, а при оптимальной загрузке (75%), соответственно, 750 троллейбусов. Только в сценарии целевого развития суммарная потребность в троллейбусах превышает 1 000 единиц в год, доходя до 1 006 единиц в 2028 году, что всё ещё остаётся в пределах заявленной самими производителями производственной мощности, как было сказано в предыдущем разделе.

ЧАСТЬ 4

Потенциал
импортозамещения,
прогнозы и
перспектива
развития

4.1. Прогнозы и перспективы развития подотрасли

Приведенные в первом разделе факты демонстрируют, что утверждения производителей электробусов об эффективности существующих бизнес-моделей пассажирских перевозок этим видом транспорта весьма спорны, а развитие этого сегмента зависит исключительно от уровня субсидирования со стороны публичных властей.

Экспертные обсуждения в МАП ГЭТ позволили «выкристаллизовать» следующее, на первый взгляд спорное, утверждение: разница между троллейбусом и электробусом состоит всего лишь в типе «розетки». При переводе троллейбуса в статус автобуса с электрическим двигателем разница между троллейбусом и электробусом будет состоять лишь в типе зарядки, а это значит, что троллейбус с полным основанием можно назвать электробусом.

Если мы снимаем ложное противоречие между троллейбусом и электробусом, то фактически создается ситуация, в которой развитие электробуса пойдет по пути «конвергенции» с троллейбусом — увеличения автономного хода и снижения стоимости строительства новой инфраструктуры и ее унификации. Это создаст предпосылку для формирования эффективной бизнес-модели перевозчиков, которая позволит перевезти пассажира с заданными параметрами качества за минимальную стоимость при минимальном уровне субсидирования транспортной работы.

4.2. Потенциал импортозамещения

Нарастающие санкции и общие проблемы с поставками комплектующих из-за рубежа требуют поиска вариантов замещения импортных компонентов, прежде всего европейского производства, отечественными или доступными для российских предприятий компонентами производства Китая, Турции и т.д.

На основании проведенного специалистами ООО «ПКТИ» анализа рынка была сформирована следующая таблица вариантов импортозамещения в разрезе основных видов транспорта:

Таблица 9. Потенциал импортозамещения в разрезе видов транспорта и узлов

	Вид транспорта/узел импортозамещения		
	Автобус	Троллейбус	Электробус
Агрегаты из Европы	Задний мост/ведущий мост/задняя ось (На текущий момент самым распространенным поставщиком данного узла является компания ZF (Германия). На троллейбусах и автобусах установлены порталые мосты типа AV 132–133; на электробусах в большей части установлен электропортальный мост типа AVE 130)		
Аналоги из Китая и т.п.	Имеется серийный аналог производства KHP марки HANDE		На текущий момент нет серийных аналогов данного типа моста. Имеются прототипы у компании CDTL KHP и пр.

	Вид транспорта/узел импортозамещения		
	Автобус	Троллейбус	Электробус
Отечественные решения	Имеется возможность изготовления ТС с мостом непортальной конструкции без снижения пассажироместимости		Имеется возможность изготовления ТС с мостом непортальной конструкции, но при снижении пассажироместимости
Агрегаты из Европы	Передний мост/ведомый мост/управляемая ось На текущий момент самым распространенным поставщиком данного узла является компания ZF (Германия). На троллейбусах, автобусах и электробусах установлены мосты серии 75 и 82 с зависимой и независимой подвеской		
Аналоги из Китая и т.п.	Имеется серийный аналог производства КНР марки HANDE		
Отечественные решения	Имеется аналог производства РФ НПО «Ростар» (независимая подвеска)		
Агрегаты из Европы	Силовая установка/двигатель (По автобусу: серийно устанавливают ДВС ЯМЗ; Cummins. По троллейбусу: серийно устанавливают тяговые двигатели производства РФ ПЭМЗ и РУСЭЛПРОМ, а также ряда производителей Белоруссии. По электробусу: два электродвигателя идут в составе электропортального моста ZF)		
	ДВС. Имеется ряд линейки двигателей ЯМЗ	Нет потребности замещения (используются отечественные агрегаты)	На текущий момент нет серийных аналогов данного типа электропортального моста, который выполняет в т.ч. функции силового агрегата. Имеются прототипы у компании CDTL КНР и пр. Имеется возможность изготовления ТС с мостом неэлектропортальной конструкции и тяговым двигателем, но при снижении пассажироместимости

	Вид транспорта/узел импортозамещения		
	Автобус	Троллейбус	Электробус
Агрегаты из Европы	Топливная аппаратура (BOSCH), система подогрева (WEBASTO).		
	Требуется подбора аналогов	Нет потребности замещения (используются отечественные агрегаты)	Требуется подбора аналогов в части отопителя салона на электробусах с дизельным отоплением (не требуется при электрическом отоплении)
	Тормозная система (На текущий момент самая распространённая система — WABCO. Системы ABS, EBS)		
	ABS системы: имеется аналог KHP SORL. EBS: имеются только прототипы, серийные образцы в разработке		
	Возможна установка упрощенной тормозной системы	Установка упрощенной тормозной системы приведет к снижению рекуперации, что отразится на снижении пробега	
	Система подвески и наклона кузова ECAS		
	Возможна установка механической системы на кранах уровня пола и электромагнитных клапанах. Имеются аналоги KHP	Возможна установка механической системы на кранах уровня пола и электромагнитных клапанах. Имеются аналоги KHP	Возможна установка механической системы на кранах уровня пола и электромагнитных клапанах. Имеются аналоги KHP
	Коробка передач (На автобусах серийно применяется следующие АКПП: ZF 6FH 1220B/1420B, VOITH D 854/864, ALLISON T325R T208R)		
	Необходим подбор серийных аналогов	Нет	Нет

	Вид транспорта/узел импортозамещения		
	Автобус	Троллейбус	Электробус
Агрегаты из Европы	Система управления (По автобусу: блоки BOSCH, WESTPORT и т.п. По троллейбусу в основном производство РФ: НПП ЭПРО, ЧЕРГОС, АРСТЕРМ, Крым Привод. По электробусу: управление электропортальным мостом блоки в составе комплекта ZF)		
	Блоки управления системами НПП ИТЭЛМА и пр.	Нет потребности	Необходим подбор аналогов ввиду связи с разработчиком самого электропортального моста или при изменении концепции построения ТС
	В наихудших условиях возможна установка систем прошлого поколения.	В наихудших условиях (при серьезных проблемах с электронными компонентами) возможна установка систем управления на базе РКСУ (реостатные системы)	Нет возможности
	Токоприемники/пантограф (По троллейбусу: используются комплектующие РФ. По электробусу: используется система серийно пантографов SCHUNK)		
	Нет	Нет потребности	Нужны серийные аналоги для внедрения
	Системы охлаждения (По автобусу: система охлаждения ДВС. По троллейбусу: применяется воздушное охлаждение. По электробусу: система охлаждения электропортального моста, тяговой электроники для снижения веса)		
	Имеются аналоги по компонентам производства КНР и Белоруссии	Нет потребности	Необходимы альтернативные системы. Возможно изменение концепции построения ТС, но с уменьшением пассажироемкости и разработкой новых систем

	Вид транспорта/узел импортозамещения		
	Автобус	Троллейбус	Электробус
Агрегаты из Европы	Тяговые батареи и системы накопления энергии		
	Нет	Установка альтернативных систем АКБ и СНЭ или суперконденсаторов	Установка альтернативных систем АКБ и СНЭ
		В наихудших условиях возможно использование автомобильных и щелочных аккумуляторов для организации аварийного автономного хода	

Как видно из таблицы, по видам транспорта возможности импортозамещения распределяются следующим образом:

1. Для автобусного транспорта возможно прямое замещение 9 из 10 ключевых узлов кроме коробки передач, для которой необходим поиск серийных аналогов. Также замещение тормозной системы возможно только при отказе от EBS.
2. Для троллейбусов возможно замещение 8 из 9 ключевых узлов кроме тяговых батарей троллейбусов с увеличенным автономным ходом, для которых необходим поиск альтернатив. При снижении требований к автономному ходу возможно использование худших по массогабаритным показателям, но доступных свинцово-кислотных или щелочных аккумуляторов. Также замещение тормозной системы возможно только при отказе от EBS.
3. Для электробусов возможно полноценное замещение только 2 из 10 ключевых узлов, ещё три системы можно заместить с ухудшением эксплуатационных качеств и по оставшимся пяти системам необходимы переработки конструкции для использования возможно доступных аналогов.

Таким образом, по потенциалу импортозамещения троллейбус разделяет первое место с автобусным транспортом. Возможности импортозамещения узлов для электробусов заметно уступают таковым для троллейбуса.

Выводы

1. Троллейбусы способствуют достижению национальных целей развития России и целей Транспортной стратегии РФ до 2035 года, являясь одним из наиболее экономичных и экологических видов транспорта.

2. Отличие троллейбуса от электробуса состоит только в типе «розетки» (зарядного устройства для передачи энергии из электросети в транспортное средство). Развитие электробусов в ущерб троллейбусам практически никогда не является оправданным с точки зрения социально-экономического эффекта.

3. Закрытие существующих троллейбусных систем ведет к негативным социально-экономическим последствиям — повышается стоимость транспортного обслуживания (контрактов на перевозки по маршрутам) и экологическое воздействие. Безосновательное закрытие троллейбусных систем наносит миллиардные убытки для бюджетов публичных органов власти.

4. Устойчивость отрасли троллейбусостроения обеспечивается спросом в объеме не менее 500 единиц троллейбусов в год.

5. Преодоление кризиса в троллейбусной отрасли связано с решением системных проблем городского общественного транспорта, в котором каждый вид транспорта имеет сферу своего наиболее рационального применения в зависимости от пассажиропотока. Развитие троллейбуса/электробуса с динамической подзарядкой является наиболее экономически обоснованным решением при пассажиропотоках от 350 до 1 100 человек/час (для линий протяженностью свыше 20 км — от 720 до 2 500 пассажиров в час и более). По сравнению с автобусом, троллейбусный транспорт в сфере своего наиболее эффективного применения экономичнее в среднем на 15%.

6. Основной причиной закрытия троллейбусных систем является отсутствие мотивации на обеспечение гарантии качества транспортного обслуживания и рост социально-экономической эффективности перевозок. Нетто-контракты и нерегулируемый тариф, применяемые в соответствии с действующим законом №220-ФЗ, позволяют уйти от гарантий качества обслуживания пассажиров и финансирования перевозок за счет организации конкурсов на обслуживание маршрутов «за 1 рубль». Отсутствует обязательство расчета социально-экономических издержек.

7. Решение проблемы неоправданного отказа от троллейбусного транспорта находится в сфере мотивации на применение эффективных технологий, позволяющих снизить социально-экономические издержки при гарантии качества транспортного обслуживания. В частности:

- Обязательность соблюдения стандартов качества транспортного обслуживания станет новым мотивом на выделение финансирования, достаточного для осуществления перевозок в соответствии с установленными нормативами.
- Мотивация на снижение расходов на транспортное обслуживание возможна только при условии полного перевода управления перевозками на брутто-контракты. В этих условиях необходимо будет не только рассчитывать полную стоимость транспортной работы (эксплуатационные затраты), но и стремиться снизить эту стоимость, что заставит проявлять интерес к развитию видов транспорта, наиболее экономичных при высоких пассажиропотоках (троллейбус и трамвай).
- Дополнительным стимулом должны стать методические указания по разработке документов транспортного планирования, направленные на достижение национальных целей развития России (в том числе снижение загрязнения окружающей среды, издержек от ДТП и затрат

времени населения), что обяжет проектировщиков при развитии транспортных систем планировать применение видов транспорта, способствующих снижению социально-экономических издержек (в том числе снижению загрязнения, уровня ДТП, затрат времени населения).

- Необходим контроль федеральных органов власти за качеством разработки документов транспортного планирования (расчетом социально-экономических эффектов по 4 ключевым статьям по вариантам применения различных видов транспорта при рекомендованных граничных значениях пассажиропотока).
- Необходимо установление ответственности органов власти за соблюдение порядка мероприятий, определенных документами транспортного планирования. Недопустимой является произвольная ликвидация линий электротранспорта, не подтвержденная расчетами в составе обосновывающих материалов документов транспортного планирования.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Производители
подвижного состава.
Модельный ряд.

Отзывы
эксплуатирующих
организаций
и рекомендации

Кризис производства троллейбусов, вызванный отказом от продукции крупнейшего её потребителя (г. Москва) и последующим банкротством крупнейшего производителя троллейбусов ОАО «ТРОЛЗА», в 2022 году преодолен. Троллейбусы для отечественного рынка массово выпускают три производителя в России и один в Белоруссии. Группа Синара представила в июне 2022 года свою модель троллейбуса и электробуса. В перспективе готовятся войти на рынок ещё несколько производителей, уже имеющих на данный момент экспериментальные образцы либо поставлявших массовую продукцию: ПАО «КАМАЗ», МАЗ и некоторые другие.

5.1. ОАО «Транс-Альфа»

Вологда, Российская Федерация

Предприятие основано в 1969 г. как ремонтный завод Минводхоза и осуществляло ремонт экскаваторов, тракторов, двигателей и т.п.

В начале 1990-х годов предприятие было переименовано в Вологодский Механический Завод (ВМЗ), а позднее — в ОАО «Транс-Альфа». В 1997 году началось производство троллейбусов, которое стало со временем основной специализацией предприятия. На данный момент завод специализируется на выпуске троллейбусов и электробусов и остается одним из ведущих производителей электрического транспорта. Завод производит троллейбусы с низким уровнем пола по всей длине салона, спроектированные и изготовленные с учетом требований удобства, комфорта и безопасности.

Предприятие производит полный модельный ряд городских троллейбусов: одиночные и сочлененные, с низким уровнем пола, с увеличенным автономным ходом.

Троллейбус ВМЗ-5298 — самая массовая модель троллейбуса на данный момент в городах России и СНГ (более 800 экземпляров в 28 городах).

В 2021 г. выпущено 87 машин, компания занимала 24,3% рынка России.

5.1.1. ВМЗ-5298.01–50 «Авангард»

Троллейбус ВМЗ-5298.01–50 «Авангард» выпускается с 2007 года. Эта модель — модернизация троллейбуса ВМЗ-5298.01, первого полностью низкопольного российского троллейбуса, выпускавшегося на заводе с 2001 года. В модели «Авангард» изменены передняя и задняя части троллейбуса. Кроме этого, некоторые образцы в месте накопительной площадки имеют высокое окно от пола до потолка.

Троллейбусы «Авангард» работают в 30 городах России, а общая их численность превышает 740 единиц. Также троллейбусы этой модели экспортировались в Кыргызстан и Приднестровье.

С 2019 года производятся две усовершенствованные модификации ВМЗ-5298-0000010-01 «Авангард» с аварийным автономным ходом с увеличенным автономным ходом не менее 10 км.

Технические характеристики

	ВМЗ-5298.01-50 «Авангард»
Общие характеристики	
Проект, г.	2007
Выпускается, гг.	2007 — н. в.
Назначенный срок службы, лет	15
Снаряжённая масса, т	10,8
Максимальная масса, т/ Масса без пассажиров, т	
Макс. скорость, км/ч	70
Время разгона до скорости 50 км/ч, с	-
Вместимость, чел.	
Мест для сидения	30
Номинальная вместимость (5 чел/м ²)	67
Полная вместимость (8 чел/м ²)	107
Вместимость в соответствии с социальным стандартом транспортного обслуживания (4 чел/м ²)	54
Габариты	
Длина, мм	12 200
Ширина, мм	2 530
Высота по крыше, мм	3 370
Низкопольность, %	100
База, мм	5 900
Салон	
Количество дверей для пассажиров	3
Формула дверей	2-2-2
Освещение салона	-
Двигатель	
Тип	ТАД-280
Мощность, кВт	180
Система управления	
Рабочее напряжение, В	550
Тип	ТрСУ

Санкт-Петербург	113
Севастополь	96
Мурманск	37
Симферополь	27
Красноярск	22
Краснодар	20
Оренбург	16
Казань	15
Киров	15
Иркутск	13
Новороссийск	13
Рыбинск	13
Абакан	9
Ярославль	9
Керчь	7
Рязань	7
Барнаул	5
Махачкала	4
Братск	3
Подольск	3
Владивосток	2
Калуга	2
Химки	2
Ленинск-Кузнецкий	1
Миасс	1
Петрозаводск	1
Рубцовск	1



Рисунок 26.
ВМЗ-5298.01-50 «Авангард»
Фото: Георгий Красников

Всего на конец первого полугодия 2022 года произведена 741 единица, в настоящее время работает 457 единиц.

Производитель о троллейбусе

Троллейбус «Авангард» соответствует современным стандартам в области экологичности, безопасности и надежности, сочетая в себе вместительный комфортабельный салон, оптимальные эксплуатационные расходы и удобство в обслуживании. Тип кузова — несущий с увеличенной конструктивной жесткостью и интегрированной рамой, что положительно сказывается на управляемости троллейбуса, а также обеспечивает более низкий уровень вибраций. Лобовое стекло, остекление по бортам и дизайн фар придают «Авангарду» современный, обтекаемый вид. Обшивка бортов и крыши выполнена из оцинкованного цельнотянутого листа. Маска и корма кузова пластиковые (<https://trans-alfa.ru>).

Отзывы

«Троллейбус внешне выглядит неплохо. Кузов удобен для мойки. В целом, большинство агрегатов работает слаженно: токоприёмники, дверные механизмы, рулевое управление, тормозная система, крышное оборудование — со всем этим проблем в процессе эксплуатации не возникает. Достаточно комфортный салон с удобным расположением сидений, качественным освещением и системой отопления. У «Авангарда» хорошие динамические характеристики, разгон и торможение происходит плавно.»

Пожелания производителю

- Кузов не обладает необходимой жесткостью, от чего возникают трещины на задних стеклах, раскручивание поручней, дребезжание пластиковых панелей обшивки салона.
- Нижние элементы рамы, сварные швы некачественно обработаны антикоррозийными покрытиями, в связи с чем возникают очаги коррозии.
- При движении на максимальном отклонении возникают частые поломки пружин барабанов, при сходе токоприемников и автоматическом срабатывании ПШУ необходима повторная регулировка датчиков ПШУ.
- Уравниватели пола часто выходят из строя из-за некачественного соединения штока уравнивателя.
- В зимнее время при перепаде температур часто возникают перемерзания пневмосистем.
- Некачественное крепление верхних фальшпанелей, при движении возникает много посторонних шумов, деформируются при высокой уличной температуре.
- Много постороннего шума от пластиковых элементов в салоне, при включении поршневого компрессора дребезжит лестница. У машин, на которых установлены винтовые компрессоры, такого не возникает.
- Повышенный шум от системы гидроусилителя.
- Модель с увеличенным автономным ходом имеет неудачную компоновку салона с расположением аккумуляторных батарей в пассажирском салоне, что снижает вместимость подвижного состава (на 4 пассажирских места в задней части салона). С учетом необходимости соблюдения норматива социального стандарта транспортного обслуживания, при равном значении пассажиропотока меньшая вместимость вынуждает приобретать большее количество транспортных средств, что повышает расходы на транспортное обслуживание.

5.1.2. ВМЗ-62151 «Премьер»

Троллейбус ВМЗ-62151 «Премьер» создан на базе одиночного троллейбуса ВМЗ-5298 «Авангард» на заводе «Транс-Альфа». История модели ведётся с 2005 года, когда был выпущен первый образец, который испытывался в 2006 году в Москве на маршруте №73. С 2006 года начато серийное производство модели, которое продолжалось до 2012 года. Единственными покупателями этих машин были две столицы: Москва и Санкт-Петербург. После отказа Москвы от троллейбусов часть из них была передана в Рязань, Ростов-на-Дону и Нижний Новгород.

С 2021 года на заводе возобновлено производство усовершенствованной версии модели ВМЗ-62151 по заказу от Санкт-Петербурга на 23 сочленённых троллейбуса.

	ВМЗ-62151 «Премьер»
Общие характеристики	
Проект, г.	2020
Выпускается, гг.	2021 — н.в.
Назначенный срок службы, лет	15
Снаряжённая масса, т	16
Максимальная масса, т/ Масса без пассажиров, т	
Макс. скорость, км/ч	60
Время разгона до скорости 50 км/ч, с	-

	ВМЗ-62151 «Премьер»
Вместимость, чел.	
Мест для сидения	40
Номинальная вместимость (5 чел/м ²)	103
Полная вместимость (8 чел/м ²)	165
Вместимость в соответствии с социальным стандартом транспортного обслуживания (4 чел/м ²)	83
Габариты	
Длина, мм	17 935
Ширина, мм	2 530
Высота по крыше, мм	3 070
Низкопольность, %	100
База, мм	5 190/6 687
Салон	
Количество дверей для пассажиров	4
Формула дверей	2-2-2-2
Освещение салона	
Двигатель	
Тип	ДК-211БМ/ ТАД-280
Мощность, кВт	170/180
Система управления	
Рабочее напряжение, В	550/450
Тип	РКСУ/ТИСУ



Рисунок 27.
ВМЗ-62151 «Премьер»

5.2. ПК «Транспортные Системы»

Москва, Российская Федерация

Производственные площадки расположены в городах Тверь, Энгельс (на площадях бывшего ОАО «ТРОЛЗА»), Санкт-Петербург. Компания основана в 2013 г., ее основная специализация – выпуск полностью низкопольных трамвайных вагонов нового поколения. Серийный выпуск троллейбусов начат в 2020 г.

«ПК Транспортные системы» выпускает троллейбусы большой вместимости модели 6281 «Адмирал», в том числе и модификации с увеличенным автономным ходом. Ведутся разработки по выпуску сочленённых троллейбусов и электробусов.

В 2021 г. выпущено 163 машины; компания занимает 45,5% рынка России.

5.2.1. Адмирал-2020 (ПК ТС)

Модель троллейбуса ПКТС-6821 «Адмирал» — первый продукт завода «ПК Транспортные системы». История троллейбуса начинается с 2015 года, когда на мощностях Тверского вагоностроительного завода был собран первый экспериментальный образец. Троллейбус участвовал в выставках в Севастополе, Москве и других городах, а также проходил обкатку в самой Твери и Ульяновске и работал несколько месяцев с пассажирами в Севастополе и Санкт-Петербурге. Серийное производство троллейбуса началось в 2020 году, когда возникла потребность в покрытии возросшего спроса на новую технику, вызванным банкротством основного поставщика троллейбусов на постсоветском пространстве «ОАО Тролза».

Существуют две модификации троллейбуса:

- 6281.00: основная модификация с базовыми опциями с транзисторной системой управления на IGBT-модулях, двигателем переменного тока и аварийным автономным ходом. Опытный образец существует с 2015 года, серийное производство началось в 2020 году.
- 6281.01: модификация с увеличенным автономным ходом до 15 км. Используются литий-титанатные аккумуляторы. Производится серийно с 2021 года.

Технические характеристики

	Адмирал-2020 (ПК ТС)
Общие характеристики	
Проект, г.	2020
Выпускается, гг.	2020 — н. в.
Назначенный срок службы, лет	20
Снаряжённая масса, т	11,47 (6281.00)
Максимальная масса, т/ Масса без пассажиров, т	12,22 (6281.01)
Макс. скорость, км/ч	80
Время разгона до скорости 50 км/ч, с	22

	Адмирал-2020 (ПК ТС)
Вместимость, чел.	
Мест для сидения	25
Номинальная вместимость (5 чел/м²)	95
Полная вместимость (8 чел/м²)	125
Вместимость в соответствии с социальным стандартом транспортного обслуживания (4 чел/м²)	63
Габариты	
Длина, мм	12 375
Ширина, мм	2 500
Высота по крыше, мм	3 470
Низкопольность, %	100
База, мм	5 900
Салон	
Количество дверей для пассажиров	3
Формула дверей	2-2-2
Освещение салона	светодиодное
Двигатель	
Тип	КРА-200М4Н / КРА-280-2М4У2 /АТ250L4У2 / АТ250LB4У2 / ДТА-3У1
Мощность, кВт	115/180/120/ 180/170
Система управления	
Рабочее напряжение, В	292/380/400/ 400/400
Тип	КРА-200М4Н/ КРА-280-2М4У2/ АТ250L4У2/ АТ250LB4У2/ ДТА-3У1

Работает в городах:

Санкт-Петербург	87
Омск	61
Саратов	61
Иваново	38
Самара	22
Красноярск	19



Рисунок 28.
«Адмирал-2020» (ПК ТС)
Фото: Георгий Красников

Всего на конец первого полугодия 2022 года произведено 179 единиц.

Производитель о троллейбусе

Троллейбус со 100% низким полом модели 6281 «Адмирал» создавался с учетом современных требований к подвижному составу. Модернизация машины предусматривает различные исполнения в зависимости от требований эксплуатирующей организации. Это может быть стандартный троллейбус с аккумуляторными батареями, с автономным ходом на накопителях энергии, троллейбус с автономным ходом на большие расстояния, оборудованный дизель-генераторной установкой. Троллейбус также оснащен системой климат-контроля пассажирского салона и кабины водителя, местом инвалида с системой фиксации и системой оповещения водителя. «Адмирал» на 80% состоит из комплектующих российского производства.

Отзывы

«У нас всего «Адмиралов» 7 единиц ПС. Пробег максимального составляет порядка 95 тыс. км (гарантийные обязательства — 100 тыс. км). В целом, на сегодняшний момент все адмиралы находятся на линии, все абсолютно в исправном состоянии. В плане того, что кто-то встал на длительное время, стоит с серьезными неисправностями — таких нет. Все на линии, каждый день трудятся, работают, на разных маршрутах».

«Троллейбус достаточно надёжный. Установлено современное оборудование: и рулевое управление, и мосты. «Адмирал» выглядит очень современно, модно и стильно, к облику города очень хорошо подходит. Причём красив он и снаружи, и внутри: подсветка, лампочки очень хорошо смотрятся. Салон достаточно эффектно выглядит, современно, юсб-зарядки всевозможные, подсветочки выгодно отличают «Адмирал» от других моделей. Очень яркое освещение, реклама с подсветкой, облака в верхней части — это всё делает троллейбус очень эффектным».

«Кузов достаточно хороший, за 90 тыс. за 2 года эксплуатации следов ржавчины нет вообще никаких, ни на крыше, нигде. Производителем выполнена достаточно приличная обработка кузова защитными герметиками: ни гниений, ни коррозии нет. Кузов достаточно удобный, хороший».

«Двери сделаны очень удобно. Адресное открытие дверей на «Адмиралах» работает безотказно, даже несмотря на грязную погоду, когда кнопки пылью и грязью забрасываются, все равно они работают исправно. Разгон и торможение – плавные, подвеска замечательная мягкая, в салоне тихо. Компрессор установлен современный в принципе не шумный, гидроусилитель тоже практически бесшумный в значительной степени».

Пожелания производителю

- Есть сложности с намотчиком верёвок штанг токоприёмников. Больше месяца они ни разу не отработали. Пружина лопается, мы вынуждены вешать кольца и верёвки как на старых машинах, либо закусывается верёвка за барабан, либо лопается пружина намотчика. Нужно рекомендовать производителю сделать конструкцию пружин или корпуса, чтобы исключить этот износ.
- Используемые датчики EBS производства UAPKA и педали UAPKA настроены таким образом, что передняя ось тормозит сильнее задней оси. Намного сильнее. Получается, что на скользкой дороге заднюю часть может отнести в сторону.
- Не очень удобно для водителя расположены кнопки открытия и закрытия дверей, то есть то, чем он постоянно пользуется. Водителю постоянно в течение дня на каждом остановочном пункте приходится наклоняться, чтобы дотянуться до них. Есть жалобы на изогнутое стекло, отделяющее кабину водителя от салона. Это стекло своим изгибом некоторым водителям мешает обзору правого зеркала.
- Не очень удобно расположена задняя надкрыльная коробка, где тяговый двигатель и три сидения. Так как там тяговый двигатель, это на коленку выше основного уровня пола. Плюс ещё наклон свесов, и когда человек пытается сесть, ему приходится садиться на них, согнувшись.
- Неудачная планировка задней части салона — расположение трех сидений над задним левым крылом перпендикулярно ходу движения. Посадка на этот ряд сидений за поручнями неудобна, при этом у некоторых других производителей на том же пространстве расположено больше сидячих мест (учитывая, что стоять в этой зоне всё равно невозможно).
- Датчики отопления и вентиляции расположены в передней верхней части салона. И по факту, когда датчик прогреется до нужной температуры, в салоне становится жарко, и многие пассажиры начинают жаловаться. Водители вынуждены занижать температуру в зимний и переходный период, чтобы не перетопить салон. Нет возможности посекционного включения печек.
- Из-за фактуры и цвета материалов панелей внутренней отделки салона после мойки остаются разводы, быстро загрязняются.
- Мало места в кабине, нет возможности расположить личные вещи и экипировку, мытье правой стороны вызывает много неудобства.

5.3. АО «Уфимский трамвайно-троллейбусный завод» (УТТЗ)

Уфа, Российская Федерация

Предприятие создано в 2015 г. на базе Башкирского троллейбусного завода, выпускавшего троллейбусы в 1998–2013 гг. Основной деятельностью компании является проектирование, производство, модернизация и ремонт подвижного состава городского электрического транспорта в Республики Башкортостан и других субъектах РФ, а именно: трамваи, троллейбусы, электробусы. Также компания занимается поставками различного промышленного оборудования и комплектующих, в том числе для городского электрического транспорта. Выпуск троллейбусов

на УТТЗ осуществляется с 2019 г. Предприятие производит троллейбусы модели УТТЗ-6241-10 «Горожанин», в том числе модификации с увеличенным автономным ходом.

В 2021 г. выпущено 92 машины (в основном допоставки по контрактам предыдущих лет), что составляет 25,7% рынка России.

5.3.1. УТТЗ 6241.01 «Горожанин»

Троллейбус УТТЗ 6241.01 «Горожанин» выпускается серийно с 2019 года. Первый экспериментальный образец модификации УТТЗ-6241.10 был изготовлен ещё в 2017 году на базе кузова автобуса НЕФАЗ-5299. Троллейбус проходил испытания в Альметьевске, Кирове и Санкт-Петербурге. Современные образцы производятся на базе кузова автобуса МАЗ-203, выпускаемого заводом МАЗ.

Существуют две модификации:

- УТТЗ-6241.01: базовая, с аварийным автономным ходом до 300 м
- УТТЗ-6241-10-02: троллейбус с увеличенным автономным ходом до 30 км

Технические характеристики

	УТТЗ 6241.01 «Горожанин»
Общие характеристики	
Проект, г.	2020
Выпускается, гг.	2020 — н. в.
Назначенный срок службы, лет	12
Снаряжённая масса, т	10,8
Максимальная масса, т/ Масса без пассажиров, т	18
Макс. скорость, км/ч	75
Время разгона до скорости 50 км/ч, с	-
Вместимость, чел.	
Мест для сидения	30-32
Номинальная вместимость (5 чел/м ²)	85
Полная вместимость (8 чел/м ²)	114
Вместимость в соответствии с социальным стандартом транспортного обслуживания (4 чел/м ²)	57
Габариты	
Длина, мм	12 000
Ширина, мм	2 550
Высота по крыше, мм	3 000
Низкопольность, %	100
База, мм	5 900

		УТТЗ 6241.01 «Горожанин»
Салон		
Количество дверей для пассажиров		3
Формула дверей		2-2-2
Освещение салона		светодиодное
Двигатель		
Тип		ТАД-3У1; ТАД-1У1
Мощность, кВт		150
Система управления		
Рабочее напряжение, В		550
Тип		ТрСУ

Работает в городах

Чебоксары	64
Новокузнецк	21
Ростов-на-Дону	20
Уфа	10
Альметьевск	9
Новочебоксарск	8
Иваново	6
Пенза	1
Стерлитамак	1



Рисунок 29.
УТТЗ 6241.01 «Горожанин»
Фото: Георгий Красников

Всего на конец первого полугодия 2022 года произведено 140 единиц.

Производитель о троллейбусе

Низкопольный с дополнительным оборудованием, 4*2/задние, база 5840 мм, три двустворчатые двери, мест для сидения 24/28 (водителя), пассажировместимость 105, сн/м 10800 кг, п/м 18000 кг, уровень пола 360/360/360 мм (100% низкий пол), с системой увеличенного автономного хода до 30 км (<https://ufattz.ru>).

Отзыв потребителей

«Замечаний к внешнему виду нет. Мойка проходит в целом нормально, но затруднена мойка фальшбортов. Гниения и коррозии кузова не замечено. Посадка водителя удобна, хороший обзор дорожной проекции. Качественный обогрев лобового стекла и зеркал. Удобное расположение кнопок и тачскрин-панелей. Створки не заедают, дверные конструкции работают корректно. Сидения расположены комфортно, поручни расставлены удовлетворительно. Хорошее освещение. Троллейбус движется плавно, без рывков. Подвеска, в целом, удовлетворительна. Шум агрегатов слышен, но не доставляет дискомфорта».

Пожелания производителю

- Механические пружинные штангоуловители не функционируют ни на одном троллейбусе, неисправна пружина, срок ее службы минимален.
- Слабый ускорительный клапан, затрудненный доступ.
- Требуется постоянная регулировка дверей.
- В зимнее время система работает нестабильно, агрегаты замерзают.
- Случаются перегревы агрегатов, также требуется замена клапанов в компрессоре.
- В дождь попадает вода через дверь. Иногда ломаются кнопки, а педальный узел заедает из-за наледи под педалью в зимний период.
- Узкий проход задней части троллейбуса. Пожилые пассажиры жалуются на высоко расположенные сиденья.
- Кондиционеры и отопление, бывает, выходят из строя.
- Крышное оборудование расположено, в целом, удовлетворительно, однако частично к нему затруднён доступ.
- Есть проблемы с обслуживанием, особенно в зимний период.
- Рулевое управление удобно, но появляется люфт в крестовине, износ муфты гидронасоса.

5.4. BKM HOLDING («Белкоммунмаш»)

Минск, Республика Беларусь

Предприятие создано в 1973 г. как Минский ремонтный трамвайно-троллейбусный завод. Изначально завод занимался модернизацией троллейбусов ЗиУ-9, а с 1993 года налажен выпуск собственной продукции. На данный момент предприятие BKM HOLDING является ведущим производителем электротранспорта в Белоруссии. Завод серийно выпускает троллейбусы и трамваи, а с 2016 года и электробусы, а также занимается их капитальным ремонтом и модернизацией. Продукция предприятия широко востребована как в России и в Белоруссии, так и во многих странах СНГ и дальнего зарубежья (например, в Аргентине, Сербии, Молдове, Латвии).

Предприятие выпускает различные модели как одиночных, так и сочленённых троллейбусов. Наиболее востребованными являются модели БКМ 321, БКМ 421001 и сочленённый троллейбус БКМ 433030.

В 2021 г. для городов России выпущено 16 машин, компания занимает 4,46% рынка России.

5.4.1. БКМ-321

Троллейбус БКМ-321 выпускается на заводе ВКМ Holding (ОАО «Белкоммунмаш») в разных модификациях уже 19 лет. Это полностью низкопольный троллейбус, пришедший на смену высокопольному троллейбусу АКСМ-20101. Эта модель очень хорошо себя зарекомендовала в работе и очень востребована не только в России и Белоруссии, но и за рубежом. Троллейбусы различных модификаций БКМ-321 работают в Молдове, Приднестровье, Украине, Кыргызстане, Таджикистане, Сербии, Болгарии.

Технические характеристики

	БКМ-321
Общие характеристики	
Проект, г.	1999
Выпускается, гг.	2003 — н.в.
Назначенный срок службы, лет	15–20
Снаряжённая масса, т	10,9–12,1
Максимальная масса, т/ Масса без пассажиров, т	18
Макс. скорость, км/ч	70
Время разгона до скорости 50 км/ч, с	26
Вместимость, чел.	
Мест для сидения	26–30
Номинальная вместимость (5 чел/м ²)	89–110
Полная вместимость (8 чел/м ²)	115
Вместимость в соответствии с социальным стандартом транспортного обслуживания (4 чел/м ²)	58
Габариты	
Длина, мм	11 960–12 090
Ширина, мм	2 550
Высота по крыше, мм	3 500
Низкопольность, %	100
База, мм	5 900
Салон	
Количество дверей для пассажиров	3
Формула дверей	2–2–2
Освещение салона	-
Двигатель	
Тип	ДТА (+мод) ТАД-155: АТЧД
Мощность, кВт	170–200

	БКМ-321
Система управления	
Рабочее напряжение, В	550
Тип	ТрСУ

Работает в городах

Санкт-Петербург	121
Томск	41
Тольятти	38
Калуга	29
Саратов	29
Ростов-на-Дону	21
Пенза	20
Красноярск	18
Самара	17
Волгодонск	15
Нижний Новгород	15
Новокуйбышевск	15
Курск	11
Киров	10
Ульяновск	10
Балаково	5
Дзержинск	5
Кемерово	1
Рубцовск	1



Рисунок 30. БКМ-321

Всего на конец первого полугодия 2022 года произведена 741 единица, в том числе в работе находятся 422 единицы.

Производитель о троллейбусе

Идеально выверенный по основным параметрам с конструкторской точки зрения, трехдверный троллейбус — наилучшее решение для эксплуатации в любых городских условиях. Компактен и эргономичен, отличается маневренностью, мобильностью и высокими эксплуатационными показателями. Уникальная конструкция кузова с размещением силового оборудования на крыше в герметичных отсеках гарантирует безопасность по сравнению с моделями, где электрооборудование расположено под полом (<https://holdingbkm.com/>).

Отзывы

«Троллейбус водителям нравится за мягкость хода. Подвеска на БКМ-321 очень хорошая, мягче всего проходит камни и неровности на дороге. В салоне тихо при езде. Вообще, БКМ-321 — самая тихая машина из всех имеющихся у нас. Второй положительный момент: чтобы включить троллейбус, надо только поднять автоматы высоковольтные и преобразователи и повернуть ключ. Всё — машина готова к движению. Здесь всё сделано очень компактно, очень удобно. Кузов — пластиковый, благодаря чему ремонт происходит быстрее и проще. Нет проблем с гниением и коррозией, а кроме того, достигнуто снижение веса ТС. Обогревы стекла работают штатно, отопление и кондиционер функционируют без проблем. Используется своя система кондиционирования, она старая, но стабильно работает. Кнопки и рычаги расположены удобно и очень хорошего качества, мы их меняем крайне редко. Педальный узел также удобно сделан. Проблем с рулевым управлением нет, и тормоза надёжны. При этом очень нравится отношение завода к трудностям. Они постоянно в контакте с потребителем (с нами), интересуются, берут на вооружение и вырабатывают тех. решения».

Пожелания производителю

- Крыша — одно из слабых мест. Влага так или иначе попадает в салон. Герметизация крыши должна быть выполнена более качественно. У новых машин протеканий пока не замечено, но на троллейбусах 2018 года поставки они уже случаются. Возможно, портятся уплотнительные резинки.
- На рамах, предназначенных под оборудование на крыше, образуется ржавчина. За ней надо лучше следить, оборудование весит немало. В данном случае рамы покрашены, но не прогрунтованы.

5.4.2. Сочленённые машины. БКМ-43301

Модель БКМ 433030 Vitovt Max создана на базе одиночного троллейбуса БКМ-421. Первые образцы троллейбуса БКМ-433 были произведены ещё в 2012–2013 годах. На базе модели существуют как троллейбусы, так и электробусы с ультрабыстрой зарядкой.

Серийное производство возобновлено в 2019 году. Троллейбусы этой модели работают в Минске, Кишинёве, Санкт-Петербурге. Недавно начата поставка в Боснию и Герцеговину (г. Сараево).

Технические характеристики

	БКМ-43301
Общие характеристики	
Проект, г.	2013
Выпускается, гг.	2019 — н.в.
Назначенный срок службы, лет	15
Снаряжённая масса, т	
Максимальная масса, т/ Масса без пассажиров, т	
Макс. скорость, км/ч	60
Время разгона до скорости 50 км/ч, с	-

	БКМ-43301
Вместимость, чел.	
Мест для сидения	38
Номинальная вместимость (5 чел/м ²)	96
Полная вместимость (8 чел/м ²)	153
Вместимость в соответствии с социальным стандартом транспортного обслуживания (4 чел/м ²)	77
Габариты	
Длина, мм	18 750
Ширина, мм	2 500
Высота по крыше, мм	2 862
Низкопольность, %	100
Салон	
Количество дверей для пассажиров	4
Формула дверей	2-2-2-2
Освещение салона	Светодиодное
Двигатель	
Тип	SKODA
Мощность, кВт	210
Система управления	
Рабочее напряжение, В	550
Тип	Транзисторная



Рисунок 31.
БКМ-43301
Фото: Георгий Красников

Отзывы

«У нас 6 машин, поставка 2020 года, то есть ходят они 2 года. Все троллейбусы абсолютно исправны, все находятся на линии. Внешний вид БKM-43303 — специфический. Некоторым не нравится, некоторым, наоборот, очень нравится. Тем не менее, в принципе кузов достаточно прочный, крепкий, проблем с коррозией и ржавчиной нет. В любом случае троллейбус достаточно удобный. Токоприёмники, штангоуловители, намотчики, тормоза, рулевое управление функционируют очень хорошо. Никаких нареканий со стороны водителя на их работу нет. В зимнее время очень тёплый, очень хороший троллейбус. Удобная кабина: все кнопки расположены удобно. Посадка кресла с пневмоподушкой подстраивается под конкретный вес. Обогрев стёкол работает исправно, вопросов нет. Отопление и кондиционер работают идеально, здесь очень мощная система кондиционирования воздуха. Летом прямо даже холодно бывает в салонах несмотря на то, что на улице +40 градусов. Так что троллейбус, по мне, очень надёжный, сделан достаточно качественно. Просто, но качественно. Хорошая динамика: троллейбус и шустренький, разгоняется быстро и плавно, и тормозит достаточно мягко. Шумоизоляция хорошая: ни двигателя, ни компрессора в салоне не слышно».

Пожелания производителю

- Не очень хорошо был выполнен монтаж проводки к антизажиму и кнопкам адресного открытия дверей. Первое время у нас вырывались провода, пришлось всю проводку восстанавливать и делать переукладку.
- Кнопки адресного открытия дверей имеют такую специфику: в грязную погоду забиваются немножко грязью, пылью и не всегда срабатывают.

5.4.3. БKM-321 «Ольгерд»

Новая модель троллейбуса полностью низкопольная, производится в принципиально новом кузове. Модель троллейбуса унифицирована с моделью электробуса и может выпускаться в обоих вариантах. В качестве троллейбуса выпускается с 2021 года. На данный момент выпущено 9 машин, эксплуатирующихся в болгарском городе Враца. Есть модификация БKM-32100D с увеличенным автономным ходом до 20 км.

Технические характеристики

	БKM-321 «Ольгерд»
Общие характеристики	
Проект, г.	2019
Выпускается, гг.	2019 — н.в.
Назначенный срок службы, лет	
Снаряжённая масса, т	10,85 (11,25 с УАХ)
Максимальная масса, т/ Масса без пассажиров, т	18
Макс. скорость, км/ч	
Время разгона до скорости 50 км/ч, с	

	БКМ-321 «Ольгерд»
Вместимость, чел.	
Мест для сидения	35 (30 с УАХ)
Номинальная вместимость (5 чел/м ²)	85
Полная вместимость (8 чел/м ²)	105 (99 с УАХ)
Вместимость в соответствии с социальным стандартом транспортного обслуживания (4 чел/м ²)	43
Габариты	
Длина, мм	12 500
Ширина, мм	
Высота по крыше, мм	
Низкопольность, %	100%
База, мм	
Салон	
Количество дверей для пассажиров	3
Формула дверей	2-2-2
Освещение салона	
Двигатель	
Тип	
Мощность, кВт	150
Система управления	
Рабочее напряжение, В	
Тип	



Рисунок 32.
БКМ-321 «Ольгерд»

Производитель о троллейбусе

Серия OLGARD основана на новой усовершенствованной конструкции кузова взамен предыдущего поколения серии SYABAR.

Троллейбусы OLGARD отличаются большей площадью низкого пола в пассажирском салоне, что позволяет более комфортно разместиться пассажирам. Кузов троллейбусов OLGARD состоит из отдельных секций с унифицированными размерами. Все оконные и дверные проемы абсолютно одинаковы, что позволило провести унификацию стекол и других элементов конструкций. Троллейбусы OLGARD могут быть оборудованы системой автономного хода на базе современных накопителей электроэнергии. Зарядка накопителей осуществляется в процессе движения под контактной троллейбусной сетью. Снятие и установка токоприемников на контактную сеть может производиться в автоматическом режиме из кабины водителя (<https://holdingbkm.com>).

5.5. Прочие модели подвижного состава. МАЗ-203Т, «Алькор», КАМАЗ-62825, СИНАРА

Выше был рассмотрен ряд троллейбусов, широко представленных на российском рынке. Стоит упомянуть ещё некоторые современные модели троллейбусов, имеющие большие перспективы для выхода на рынок России.

5.5.1. МАЗ-ЭТОН-203Т

Троллейбус выполнен на базе кузова автобуса МАЗ-203, производится заводом МАЗ-ЭТОН, г. Жодино, Минская область, Республика Беларусь. Троллейбусы разных модификаций данной модели успешно эксплуатируются в городах Румынии, Литвы, Белоруссии, России. Троллейбус выпускается с 2008 года, за это время всего выпущено более 350 единиц.

Технические характеристики

	МАЗ-ЭТОН-203Т
Общие характеристики	
Проект, г.	2006
Выпускается, гг.	2008 — н.в.
Назначенный срок службы, лет	15
Снаряжённая масса, т	
Максимальная масса, т/ Масса без пассажиров, т	
Макс. скорость, км/ч	80
Время разгона до скорости 50 км/ч, с	-
Вместимость, чел.	
Мест для сидения	32
Номинальная вместимость (5 чел/м ²)	100
Полная вместимость (8 чел/м ²)	103
Вместимость в соответствии с социальным стандартом транспортного обслуживания (4 чел/м ²)	52

	МАЗ-ЭТОН-203Т
Габариты	
Длина, мм	12 000
Ширина, мм	2 550
Высота по крыше, мм	3 570
Низкопольность, %	100%
База, мм	5 900
Салон	
Количество дверей для пассажиров	3
Формула дверей	2-2-2
Освещение салона	
Двигатель	
Тип	ДК-211БМ
Мощность, кВт	170
Система управления	
Рабочее напряжение, В	
Тип	ТИСУ/ТрСУ



Рисунок 33.
МАЗ-ЭТОН-203Т
Фото: Георгий Красников

5.5.2. КАМАЗ-62825

Троллейбус сделан на базе электробуса КАМАЗ-6282. На данный момент произведён один экспериментальный образец, который проходит испытания с пассажирами.

Технические характеристики

	КАМАЗ-62825
Общие характеристики	
Проект, г.	2018
Выпускается, гг.	2018 — н.в.
Назначенный срок службы, лет	
Снаряжённая масса, т	12
Максимальная масса, т/ Масса без пассажиров, т	18
Макс. скорость, км/ч	70
Время разгона до скорости 50 км/ч, с	-
Вместимость, чел.	
Мест для сидения	33
Номинальная вместимость (5 чел/м ²)	50
Полная вместимость (8 чел/м ²)	85
Вместимость в соответствии с социальным стандартом транспортного обслуживания (4 чел/м ²)	43
Габариты	
Длина, мм	12 400
Ширина, мм	2 540
Высота по крыше, мм	3 260
Низкопольность, %	100%
База, мм	
Салон	
Количество дверей для пассажиров	3
Формула дверей	2-2-2
Освещение салона	
Двигатель	
Тип	
Мощность, кВт	
Система управления	
Рабочее напряжение, В	
Тип	



Рисунок 34.
КАМАЗ-62825
Фото: Георгий Красников

Производитель о троллейбусе

Низкопольный троллейбус с индексом 62825 стал продолжением линейки электротранспорта КАМАЗ. По своему электрооборудованию он схож с электробусом КАМАЗ-6282, но отличается системой постоянного питания. Опытный образец троллейбуса был впервые продемонстрирован общественности в конце мая этого года на фестивале SPbTransportFest в Санкт-Петербурге.

В отличие от классического троллейбуса это транспортное средство оснащается накопителями энергии, позволяющими автономно передвигаться до 20 км, например, для обслуживания новых городских районов, в которых отсутствует контактная сеть. Это позволяет расширить маршрутную сеть, гибко её изменять и снизить затраты на инфраструктуру. Зарядка батарей происходит во время движения от контактной сети за 30 мин. до 100% ёмкости.

Троллейбус КАМАЗ-62825 соответствует всем требованиям к качеству оказываемых услуг, комфорта пассажиров и доступной среды: низкий уровень пола, увеличенный проём средней двери, просторная накопительная площадка с мягкими упорами для стоячих пассажиров, комфортная пневмоподвеска. Транспортное средство оборудовано системой кнининг, которая позволяет наклонять кузов автобуса для удобной посадки и высадки пассажиров, механической аппарелью на средней двери для беспрепятственного въезда в салон маломобильных пассажиров, специальным местом крепления инвалидной коляски.

В салоне имеется кнопка связи с водителем, система информирования пассажиров, камеры видеонаблюдения и спутниковая навигация, система климат-контроля, USB-разъёмы для зарядки телефонов. Общая пассажировместимость — 85 человек, из них 34 — места для сидения.

Троллейбус может развивать скорость до 70 км/ч и преодолевать подъём до 12°, он оснащён асинхронным электродвигателем переменного тока мощностью 180 кВт. Номинальное напряжение постоянного тока составляет 550 В. Двухосный, задние колеса — ведущие. Батареи NMC (никель-марганец-кобальт) с универсальными характеристиками и продолжительным сроком жизни. Система рекуперации энергии при торможении позволяет возвращать часть потраченной

энергии для вторичного применения. Остекление троллейбуса — тонированное клеенное, лобовое стекло — панорамное, с электроподогревом по всей площади стекла. Водительское место — регулируемое, пневматическое (<https://kamaz.ru>).

5.5.3. АЛЬКОР

Троллейбус «Алькор» собран частной компанией ООО «Алькор» в 2021 году на базе Краснодарского ТТУ для обновления подвижного состава в городе своими силами. На данный момент существует единственный экспериментальный образец, испытывающийся в разных городах. Планируется серийное производство на заводе «Транс-Альфа» в Вологде.

Технические характеристики

	«Алькор»
Общие характеристики	
Проект, г.	2019
Выпускается, гг.	2019 — н.в.
Назначенный срок службы, лет	
Снаряжённая масса, т	10,7
Максимальная масса, т/ Масса без пассажиров, т	18
Макс. скорость, км/ч	
Время разгона до скорости 50 км/ч, с	
Вместимость, чел.	
Мест для сидения	До 35
Номинальная вместимость (5 чел/м ²)	85
Полная вместимость (8 чел/м ²)	110
Вместимость в соответствии с социальным стандартом транспортного обслуживания (4 чел/м ²)	55
Габариты	
Длина, мм	12 250
Ширина, мм	2 550
Высота по крыше, мм	3 600
Низкопольность, %	100%
База, мм	5 900
Салон	
Количество дверей для пассажиров	3
Формула дверей	2–2–2
Освещение салона	
Двигатель	
Тип	
Мощность, кВт	140

	«Алькор»
Система управления	
Рабочее напряжение, В	
Тип	



Рисунок 35.
Троллейбус «Алькор»

Троллейбус модели «Алькор», тип 5214–0000010 двухосный, с низким уровнем пола, рассчитан на эксплуатацию при рабочих значениях температуры окружающего воздуха от -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$, среднегодовом значении относительной влажности 80% при 22°C и верхнем значении относительной влажности 100% при 25°C . Максимальная высота над уровнем моря 1 200 м. <https://www.alkor.com.ru>

5.5.4. Синара 6254

Троллейбус Синара 6254 — это перспективная модель АО «СТМ» (Екатеринбург). Планируемые характеристики троллейбуса:

	Синара 6254
Общие характеристики	
Проект, г.	2022
Выпускается, гг.	
Назначенный срок службы, лет	
Снаряжённая масса, т	11 880
Максимальная масса, т/ Масса без пассажиров, т	

	Синара 6254
Макс. скорость, км/ч	70
Время разгона до скорости 50 км/ч, с	
Вместимость, чел.	
Мест для сидения	37
Номинальная вместимость (5 чел/м ²)	90
Полная вместимость (8 чел/м ²)	144
Вместимость в соответствии с социальным стандартом транспортного обслуживания (4 чел/м ²)	72
Габариты	
Длина, мм	12 464
Ширина, мм	2 550
Высота по крыше, мм	3 650
Низкопольность, %	100%
База, мм	
Салон	
Количество дверей для пассажиров	3
Формула дверей	2-2-2
Освещение салона	
Двигатель	
Тип	
Мощность, кВт	
Система управления	
Рабочее напряжение, В	
Тип	



Рисунок 36.
Троллейбус Синара 6254
Источник: рекламные материалы производителя

В соответствии с утверждениями производителя (sinaratm.ru), троллейбус «СИНАРА-6254» обладает рядом уникальных функций, аналогов которым на российском рынке не существует:

- Способность преодолевать дистанции до 80 км без потребления энергии из контактной сети
- Увеличенная на 15% общая энергоэффективность транспортного средства
- Увеличенное до 37 количество посадочных мест в салоне
- Расширенные на 1400 мм дверные проемы
- Функция кнелинга для маломобильных пассажиров: возможность наклона корпуса машины на остановках
- Увеличенная на 15% площадь остекления машины, отвечающая за дополнительный обзор водителя и пассажиров
- Увеличенный на 80 мм уровень потолка в салоне
- Система дополнительного многоуровневого освещения
- Повышенная плавность хода

Помимо этого, троллейбус «СИНАРА-6254» оборудован набором опций, уже ставшим привычным для совершения любой комфортной и безопасной поездки:

- USB-слоты для зарядки мобильных устройств
- Беспроводной доступ к сети Интернет через технологию Wi-Fi
- Системы информирования пассажиров (включая автоинформаторы, мониторы и информационные табло)
- Системы климат-контроля
- Откидная аппарель (для маломобильных групп населения)
- Аппараты по продаже разовых проездных билетов
- Системы видеонаблюдения
- Анатомические сидения
- Автоматическая система пожаротушения
- Система кругового обзора
- Датчики дождя и света

На сайте также размещена информация, что первым городом, по улицам которого будут курсировать новые троллейбусы «СИНАРА», станет Челябинск. Там компания «Синара — Городские Транспортные Решения» реализует проект, в ходе которого в столицу Южного Урала отправятся 168 единиц современных транспортных средств.

Также специалисты компании модернизируют всю контактную сеть города, реконструируют два депо и осуществят капитальный ремонт трех действующих подстанций и строительство еще трех. Сроки реализации проекта 2021–2023 гг.

5.6. Сводная таблица характеристик основных моделей троллейбуса

	БКМ-321	БКМ-3301	БКМ-321 «Ольгерд»	ВМЗ-8.01-50 «Авангард»	ВМЗ-2151 «Премьер»	Адмирал-2020 (ПК ТС)	УТТЗ 6241.01 «Горожанин»	МАЗ-ЭТОН-203Т	КАМАЗ-62825	«Алькор»
Общие характеристики										
Проект, г.	1999	2013	2019	2007	2020	2020	2020	2006	2018	2019
Выпускается, гг.	2003 — н. в.	2019 — н. в.	2019 — н. в.	2007 — н. в.	2021 — н. в.	2020 — н. в.	2020 — н. в.	2008 — н. в.	2018 — н. в.	2019 — н. в.
Назначенный срок службы, лет	15–20	15		15	15	20	12	15		
Снаряжённая масса, т	10,9–12,1		10,85 (11,25 с УАХ)	13,1	16	11,47 (6281.00)	18		12	10,7
Максимальная масса, т/ Масса без пассажиров, т	18		18			12,22 (6281.01)	10,8		18	18
Макс. скорость, км/ч	70	60		70	60	80	75	80	70	
Время разгона до скорости 50 км/ч, с	26	-		-	-	22	-	-	-	
Вместимость, чел.										
Мест для сидения	26–30	38	35 (30 с УАХ)	30	40	25	30–32	32	33	До 35
Номинальная вместимость (5 чел/м²)	89–110	96	85	67	103	95	85	100	50	85
Полная вместимость (8 чел/м²)	115	153	105 (99 с УАХ)	107	165	125	114	103	85	110
Вместимость в соответствии с социальным стандартом транспортного обслуживания (4 чел/м²)	58	77	43	54	83	63	57	52	43	55
Габариты										
Длина, мм	11 960–12 090	18 750	12 500	12 200	17 935	12 375	12 000	12 000	12 400	12 250
Ширина, мм	2 550	2 500		2 530	2 530	2 500	2 550	2 550	2 540	2 550
Высота по крыше, мм	3 500	2 862		3 370	3 070	3 470	3 000	3 570	3 260	3 600

	БКМ-321	БКМ-3301	БКМ-321 «Ольгерд»	ВМЗ-8.01-50 «Авангард»	ВМЗ-2151 «Премьер»	Адмирал-2020 (ПК ТС)	УТТЗ 6241.01 «Горожанин»	МАЗ-ЭТОН-203Т	КАМАЗ-62825	«Алькор»
Низкопольность, %	100	100	100%	100	100	100	100	100%	100%	100%
База, мм	5 900			5 900	5 190/6 687	5 900	5 900	5 900		5 900
Салон										
Количество дверей для пассажиров	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3
Формула дверей	2-2-2	2-2-2-2	2-2-2	2-2-2	2-2-2-2	2-2-2	2-2-2	2-2-2	2-2-2	2-2-2
Освещение салона	-	светодиодное		-		светодиодное	светодиодное			
Двигатель										
Тип	ДТА (+мод) ТАД-155: АТЧД	SKODA		ТАД-280	ДК-211БМ/ ТАД-280	КРА-200М4Н/ КРА-280- /2М4У2 / АТ250Л4У2 / АТ250ЛВ4У2 / ДТА-3У1	ТАД-3У1; ТАД-1У1	ДК-211БМ		
Мощность, кВт	170-200	210	150	180	170/180	115/180/ 120/180/ 170	150	170		140
Система управления										
Рабочее напряжение, В	550	550		550	550/450	292/380/ 400/400/ 400	550			
Тип	ТрСУ	Транзисторная		ТрСУ	РКСУ/ ТИСУ	КРА-200М4Н/ КРА-280- /2М4У2/ АТ250Л4У2/ АТ250ЛВ4У2/ ДТА-3У1	ТрСУ	ТИСУ/ТрСУ		

Источники

1. Официальный сайт Министерства транспорта России: <https://mintrans.gov.ru>
2. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики: rosstat.gov.ru/
3. Исследования Международной ассоциации предприятий городского электрического транспорта (МАПГЭТ): <http://mapget.ru>
4. Приказ Министерства транспорта РФ от 20 октября 2021 г. №351
5. Официальный сайт системы государственных закупок РФ: <http://zakupki.gov.ru/>
6. Сайт «Городской электротранспорт»: <https://transphoto.org/>
7. Официальный сайт АО «Транс-Альфа»: <https://trans-alfa.ru>
8. Официальный сайт ООО «ПК Транспортные системы»: <https://pk-ts.org>
9. Официальный сайт АО «Уфимский трамвайно-троллейбусный завод»: <https://ufattz.ru>.
10. Официальный сайт ВКМ HOLDING («Белкоммунмаш»): <https://holdingbkm.com>.
11. Раздел «Пассажирская техника. Электротранспорт» официального сайта ОАО «Минский автомобильный завод»: http://maz.by/products/passenger-vehicles#electric_transport.
12. Официальный сайт ПАО «КАМАЗ», пресс-релиз: https://kamaz.ru/press/releases/kamaz_vypustil_trolleybus_s_uvelichennym_avtonomnym_khodom/
13. Официальный сайт ООО «Алькор»: <https://alkor.com.ru/>
14. Раздел «Городской колёсный транспорт» официального сайта «Синара — Транспортные машины»: <https://sinaratm.ru/products/gorodskoy-kolesnyy-transport/>



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ОБЩЕСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
**РОССИЙСКАЯ
АКАДЕМИЯ
ТРАНСПОРТА**



**Транспортный
университет**

Strategy Partners

ВЕДУЩИЙ РОССИЙСКИЙ
СТРАТЕГИЧЕСКИЙ
КОНСУЛЬТАНТ



2022 г.

strategy.ru