

Научная статья
УДК 625.4 : 625.46
doi:10.46684/2687-1033.2021.3.317-326

Анализ целесообразности капитально-восстановительного ремонта и модернизации трамвайных вагонов

Т.А. Комаров¹ ✉, В.П. Федоров²

^{1,2} Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС); г. Санкт-Петербург, Россия

¹ timofeykomarov7@gmail.com ✉

² volodia-f-2016@yandex.ru

АННОТАЦИЯ

Рассматривается сложившаяся ситуация на территории российских транспортных парков, где отдается предпочтение модернизации существующего подвижного состава перед закупкой нового транспорта. Произведен анализ модернизации, показаны основные этапы и преимущества усовершенствования трамвайных вагонов на примере трамвайных хозяйств г. Санкт-Петербург и г. Ижевск. Отмечен ряд трендов, сложившихся в современных рыночных условиях. Использование одного из старейших видов транспорта — трамвая — доказало его рентабельность, высокую провозную способность, возможность достижения больших скоростей, а внедрение новейших технологий для снижения шума и вибрации увеличивает не только эстетическую привлекательность для жителей городов, но и снижает воздействие на экологические системы.

Установлено, что капитально-восстановительный ремонт с полной модернизацией позволяет продлить срок службы трамвая до 15 лет.

«Запуск» на концессионных началах трамвайной линии в небольшом городе может стать эффективным антикризисным инструментом при соответствующем технико-экономическом обосновании и решении организационных вопросов.

Трамвай в качестве общественного транспорта выгоднее городу, так как рациональнее используется выделенная под него полоса, потому что трамвай в 2–3-вагонной сцепке перевозит больше людей, чем троллейбус. Обновление трамвайного парка путем модернизации — актуальный тренд.

Ключевые слова: система городского общественного транспорта; трамвайные системы; модернизация подвижного состава; закупка нового подвижного состава; трамваи Санкт-Петербурга; трамваи Ижевска; городской электрический транспорт

Для цитирования: Комаров Т.А., Федоров В.П. Анализ целесообразности капитально-восстановительного ремонта и модернизации трамвайных вагонов // Техник транспорта: образование и практика. 2021. Т. 2. Вып. 3. С. 317–326. <https://doi.org/10.46684/10.46684/2687-1033.2021.3.317-326>.

Original article

Analysis of the feasibility of overhaul and modernization of tram cars

Timofey A. Komarov¹ ✉, Vladimir P. Fyedorov²

^{1,2} Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS); St. Petersburg, Russian Federation

¹ timofeykomarov7@gmail.com ✉

² volodia-f-2016@yandex.ru

ABSTRACT

The current situation on the territory of Russian transport parks is considered, where the preference is given to the modernization of the existing rolling stock over the purchase of new transport. The analysis of modernization is carried out, the main stages and advantages of the improvement of tram cars are shown on the example of tram facilities in St. Petersburg and Izhevsk. A number of trends that have developed in modern market conditions are noted. The use of one of the oldest modes of transport — the tram — has proven its profitability, high carrying capacity, the ability to achieve high speeds, and the introduction of the latest technologies to reduce noise and vibration increases not only aesthetic appeal for urban residents, but also reduces the impact on environmental systems.

© Т.А. Комаров, В.П. Федоров, 2021

It has been established that overhaul and refurbishment with complete modernization can extend the service life of the tram up to 15 years.

“Launching” a tram line on a concession basis in a small town can become an effective anti-crisis tool with an appropriate feasibility study and organizational issues. The tram as a public transport is more profitable for the city, since the lane allocated for it is more efficiently used, because a tram in a 2-3-car coupling carries more people than a trolleybus. Renewal of the tram fleet through modernization is a current trend.

Keywords: urban public transport system; tram systems; modernization of rolling stock; purchase of new rolling stock; trams of St. Petersburg; trams of Izhevsk; urban electric transport

For citation: Komarov T.A., Fyedorov V.P. Analysis of the feasibility of overhaul and modernization of tram cars. *Transport technician: education and practice*. 2021;2(3):317-326 (In Russ.). <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2021.3.317-326>.

ВВЕДЕНИЕ

Общественный городской транспорт — важная составляющая в жизни населения городов. Развитие инфраструктуры городского пассажирского транспорта оказывает непосредственное влияние на комфорт перемещений горожан [1, 2].

Городской электрический транспорт (ГЭТ) — часть системы общественного транспорта, очевидно, что от состояния ГЭТ зависит качество предоставляемых услуг транспортного обслуживания в целом. Как известно, износ основных фондов ГЭТ (вагоны, пути и др.) в России оставляет от 80 до 100 % [3].

Реализация Комплексной программы модернизации пассажирского транспорта до 2030 г. потребует 5,1 трлн руб. В ее рамках планируется обновить 75 % автобусов и до 25 % парка электротранспорта в 104 городах. Ориентировочная потребность в замене парка составляет 2,5 тыс. трамваев, 2,5 тыс. троллейбусов и 33 тыс. автобусов.

В Российской Федерации отмечается существенный отложенный спрос на городской транспорт: из 417 тыс. автобусов более 40 % необходимо менять, до 2030 г. устареет более 80 % текущего парка. Более 57 % подвижного состава трамваев старше 25 лет [4].

Модернизация видится наиболее приемлемой формой оптимизации капиталовложений в обеспечение бесперебойного функционирования трамвайной сети в городах. При модернизации вагона подлежат замене 70 % его деталей, это дает возможность увеличить срок службы вагонов с 22 до 33 лет.

Вышеизложенное определяет выбор и актуальность темы исследования.

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕКУЩЕЙ СИТУАЦИИ

Трамвай относится к наземному рельсовому виду транспорта. По многим конструктивным и

эксплуатационным параметрам он аналогичен современному подземному метрополитену, однако появился раньше.

Для успешного функционирования системы общественного транспорта необходима не только инфраструктура с качественным уровнем обслуживания и персонал, имеющий нужный уровень знаний, но и исправный подвижной состав, который в полной мере отвечает требованиям по перевозке пассажиров и проходит соответствующие уровни технического обслуживания [5].

Общий пассажирооборот в России за 1990-е годы снизился на 40 % — с 791 млрд пасс.-км в 1990 г. до 470 млрд пасс.-км в 1999 г. [1]. С 2000 г. ситуация начала немного налаживаться. Однако в 2005 г. вследствие роста цен упал пассажирооборот городского транспорта: автобусов и метро — на 16 %, трамваев и троллейбусов — почти на 30 %. Второй спад 2000 годов пришелся на 2009 г., когда по причине общеэкономического кризиса в стране сократился оборот всех видов транспорта.

Из-за возникшего кризиса в сфере общественного транспорта, ряд предприятий, специализирующихся на электрическом транспорте (трамвайные и троллейбусные предприятия), оказались на грани банкротства. Ввиду малой чистой прибыли и отсутствия поддержки со стороны государства систем общественного транспорта, предприятия не могли в полной мере обеспечивать исправное обслуживание инфраструктуры и подвижного состава. В результате складывалась ситуация, когда износ систем электроснабжения, деповских помещений и транспорта достигали критических величин.

Несмотря на востребованность рассматриваемого вида транспорта, трамвайное хозяйство находится в плачевном состоянии: более 80 % трамвайных вагонов эксплуатируются за пределами срока службы [6].

Отсутствие финансирования сказалось и на других видах транспорта. В итоге, в период восстановления экономики существенную долю пас-

сажиропотока перетянул на себя частный перевозчик — маршрутные такси. Во многих городах именно частный сектор добывает остатки трамвайных (и/или троллейбусных) систем. Такая ситуация сложилась в Архангельске, Астрахани и других городах России [7].

Наличие маршрутных такси влечет за собой несогласованность городского общественного транспорта. Частник не преследует социально значимую цель обеспечить мобильность горожан, его задача получить максимальную и быструю прибыль, поэтому «маршрутки», как правило, работают на направлениях с максимальным пассажиропотоком и в пиковые часы.

Не удивительно поэтому, что наблюдается резкий спад на спрос нового подвижного состава, к сожалению, ситуация не становится лучше, а только ухудшается. Как отмечают аналитики, за последние десять лет число городских транспортных систем уменьшилось на 9 %, число маршрутов — на 17 %, протяженность путей — на 16,7 %, пассажиропоток — в 3,7 раза [8].

Сегодня трамвайный парк России представляет собой большое количество старых вагонов, 75 % трамвайных парков эксплуатируются свыше 15 лет. Это означает, что три четверти эксплуатируемых трамваев устарели морально и технологически. Низкая надежность вагонов и высокое потребление электроэнергии приводят к повышенным затратам на текущий ремонт и эксплуатацию трамвайных вагонов. Подобное положение может способствовать закрытию трамвайных перевозок в некоторых городах.

Тем не менее, как отмечается в работе [1]: «для большинства городов основными видами городского транспорта являются: метрополитен, трамвай, троллейбус и автобус. В последние годы трамвай не только восстанавливает, но и завоевывает все большее значение в транспортных системах городов».

Выход из сложившейся плачевной ситуации видится именно в модернизации, ведь благодаря ей возможно оптимизировать расходы на ремонт, привлечь дополнительные финансовые поступления от утилизации (от реализации переплавленного алюминия можно вернуть 80 % средств от первоначальной стоимости) [9].

Использование одного из старейших видов транспорта — трамвая — доказало его рентабельность, высокую провозную способность, возможность достижения больших скоростей, а внедрение новейших технологий для снижения шума и вибрации увеличивает не только эстетическую привлекательность для жителей городов, но и снижает воздействие на экологические системы [10–13].

Исследование, направленное на развитие трамвая в городах, повышение его конкуренто-

способности, снижение негативного влияния на окружающую среду, является актуальным. Один из вариантов оптимизации расходов и повышения эффективности — модернизация трамвайного подвижного состава.

Очевидно, что совершенствование трамвайных вагонов позволяет «спасти» данный вид городского электротранспорта от закрытия в городах, не имеющих средств на дорогостоящее содержание старого парка или на закупку новых трамваев.

В данных условиях ряду предприятий приходится идти на компромиссное решение относительно подвижного состава: вместо закупки нового, произвести реконструкцию существующих вагонов.

Что включает модернизация трамвайного вагона и в чем ее преимущество перед покупкой нового подвижного состава? Модернизация — это обновление объекта, приведение его в соответствие с новыми требованиями и нормами, техническими условиями, показателями качества.

В ходе исследования некоторых сложившихся тенденций нами отмечены следующие преимущества усовершенствованных трамвайных вагонов, по сравнению с использованием трамвайного вагона без капитально-восстановительного ремонта:

- экономия потребляемой электроэнергии. Пониженный расход электроэнергии — экономия до 30 % по сравнению с базовыми модификациями трамвайных вагонов Tatra T3SU, Tatra T6B5, КТМ-5, КТМ-8 и других за счет установки тяговых преобразователей;
- плавность хода и плавное регулирование тягового и тормозных усилий;
- увеличенный межремонтный пробег, возникающий благодаря системе резервирования, а также улучшенным рабочим параметрам всех узлов преобразователя;
- система автономного хода, реализуемая за счет собственных накопителей энергии, которые позволяют не только добиваться повышенной экономичности, но и обеспечивают трамвайный вагон автономным источником питания, что делает возможным преодолевать от 30 до 100 м без подключения к контактной сети, либо на участках с ее отсутствием.

Известно, что на первом месте по закупкам новых трамваев прочно обосновались Москва и Санкт-Петербург [2].

В 2019 г. в России продолжился рост производства трамваев. Несмотря на то, что предприятиям пока не удалось достигнуть уровня докризисного 2008 г., в целом, можно говорить о постепенном восстановлении сегмента после критического 2015 г., когда был выпущен минимальный объем подвижного состава за весь постсоветский период [14].

Модернизацией трамвайных вагонов занимаются либо на базе предприятий, обслуживающих

трамвайные системы (например, муниципальное унитарное предприятие «ИжГорЭлектроТранс» — предприятие, обслуживающее трамвайную и троллейбусную систему г. Ижевск и проводящее модернизацию трамваев Tatra T3SU до модификации Т-3-ИЖ), или на базе специальных предприятий, специализирующихся на ремонтах подвижного состава (АО «Красноярский электровагоноремонтный завод» (АО «КрЭВРЗ») или АО «Октябрьский электровагоноремонтный завод» (АО «ОЭВРЗ») (Санкт-Петербург), осуществляющие модернизацию трамваев модели КТМ-5 (71-605) / ЛВС-86 (71-86)).

Кроме перечисленных выше преимуществ, также необходимо выделить и экономический эффект. Если взглянуть на цену реконструкции вагона и цену нового вагона от производителей трамвайной техники, то экономия может составлять от 30 % [15].

Именно такой путь выбрало большинство трамвайных хозяйств России.

Анализ позволил установить следующие пути модернизации (табл. 1).

Таблица 1

Возможные варианты модернизации трамвайного вагона

Базовая модернизация	Глубокая модернизация
Замена электрооборудования	Замена электрооборудования
	Замена кузова

Возможные ее эффекты могут быть представлены двумя группами.

1. *Энергоэффективность модернизированного трамвая:*

- исключение из силовой схемы пуско-тормозных реостатов с их заменой на современные модули экономит до 30 % электроэнергии при разгоне и торможении, не рассеивая ее на реостатах;
- применение независимого возбуждения тяговых электродвигателей обеспечивает рекуперацию потребленной электроэнергии в контактную сеть при торможении.

2. *Экономическая эффективность модернизированного трамвая:*

- электрооборудование модернизированного трамвайного вагона окупается в среднем от 3 до 4 лет¹.

Рассмотрим городской легкорельсовый транспорт двух городов Российской Федерации — Санкт-Петербурга и Ижевска. Известно, что трамвай зачастую выступает единственным вариантом

наземного пассажирского передвижения, особенно в селитебных зонах с плотной городской застройкой, и позволяет освоить большие пассажиропотоки при относительно низких капиталовложениях и эксплуатационных расходах. Например, в Санкт-Петербургском транспортном узле курсирует трамвай «Чижик», связывающий густонаселенные районы города.

ОПЫТ МОДЕРНИЗАЦИИ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА В Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Начнем с трамвайного хозяйства Санкт-Петербурга, некогда самой большой системы легкорельсового транспорта в мире. К началу 2010 годов, после так называемых «трамвайных погромов», в результате которых сеть системы существенно сократилась (рис. 1), средний возраст трамвайных вагонов составлял более 15 лет. Темпы закупки нового подвижного состава не покрывали полностью потребность в новой технике. В среднем закупки нового подвижного состава держатся на отметке 10–20 трамвайных вагонов в год, тогда как общая потребность в обновлении парка составляет более 400 вагонов. Поэтому для поддержания транспорта в рабочем состоянии было принято решение о модернизации «рабочих лошадей» трамвайной системы ЛМ-68М и ЛВС-86 различных модификаций.

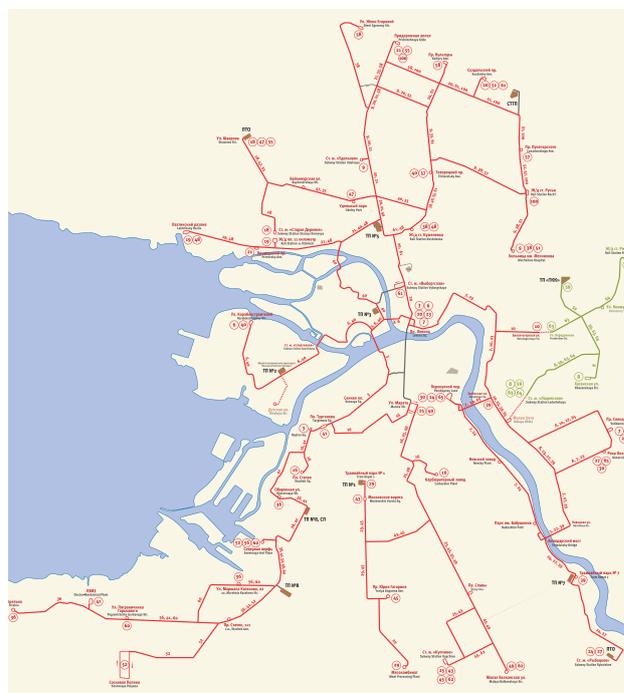


Рис. 1. Схема трамвайных линий г. Санкт-Петербург (протяженность линии 228 км)

¹ Модернизация трамвайных вагонов. URL: <https://horizont-npp.ru/modernizatsiya-transporta/modernizatsiya-gorodskogo-elektrotransporta/modernizatsiya-tramvaynyh-vagonov/>



Рис. 2. Модернизированный трамвай ЛМ-68М2



Рис. 3. Модернизированный трамвай ЛВС86-М2



Рис. 4. Вид модернизированного трамвая ЛМ-68М3

В Санкт-Петербурге с 2012 г. усовершенствовано в общей сложности более 40 четырехосных вагонов ЛМ-68М и более 150 сочлененных трамваев ЛВС-86.

К модернизации трамвайного парка с 2014 г. привлекаются сторонние организации. Так, на улицах города можно встретить вагоны, реконструированные на ОЭВРЗ.

При модернизации трамваев для обеспечения безопасности усиливаются конструкции кузова, устанавливается новое оборудование. На смену наружной металлической обшивке приходит пластиковая — более современная и функциональная. Благодаря этому вагон не будет подвергаться коррозии. С 2017 г. ЛВС-86Т и ЛВС-86К усовершенствуются с устройством асинхронного тягового привода; планетарных дверей; пластиковой передней маски, аналогичной ЛМ-99К; фальшбортов для крышевого оборудования; с ремонтом салона и замены двухплечего пантографа на одноплечий. При этом увеличивается количество сидячих мест за счет ликвидации шкафов с электрооборудованием в салоне. Вид таких вагонов показан на рис. 2, 3.

Кроме того, сейчас обсуждается реконструкция трамваев ЛМ-68 до модификации ЛМ-68М3 (рис. 4).

По сути, от старых вагонов остались только рамы тележек и сцепные приборы. Модернизация оказалась на 35 % экономичнее, чем покупка аналогичного нового трамвая [16].

Работы включали полную переоснастку салона, электрооборудования и ходовой части подвагонных тележек. Трамвайные вагоны оборудовали новым композитным кузовом со стальной сварной рамой и каркасом, обшитым композитными листами. Приобретенный опыт в конструировании и строительстве вагонов ЛМ-68М3 сделал возможной реализацию второго проекта — трамвай модели 71-301 (см. рис. 4).

Если по итогам 2020 г. в Санкт-Петербурге было зафиксировано рекордное обновление парка автобусов и троллейбусов, то в 2021 г. первыми новинками общественного транспорта стали трамваи. Количество машин в поставке не слишком велико — в распоряжение «Горэлектротранса» в течение марта поступили 13 трамваев. 11 из них — это двухсекционный «Богатырь-М» (71-923М), обновление модели «Богатырь» — новинку впервые показали городу на выставке SmartTransport-2019, также рассматривается модель трамвая 71-911.

Первая модель трамвая ПК «Транспортные Системы» продемонстрирована в 2014 г.: трамвай 71-911 «Сити Стар» (City Star) оснащен уникальной для российского рынка низкопольной поворотной тележкой.

ОПЫТ МОДЕРНИЗАЦИИ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА В Г. ИЖЕВСК

Трамвайная система Ижевска не пострадала после серии кризисов 1990-х и 2000-х гг., при этом удалось избежать сокращения маршрутной сети (рис. 5).



Рис. 5. Схема трамвайных линий г. Ижевск (протяженность линии 75,5 км)

Однако финансовое положение предприятия не позволяло производить своевременное обновление подвижного состава, поэтому было принято решение о капитально-восстановительных работах в отношении самого массового вагона в Ижевске — Tatra T3SU. В результате первый модернизированный трамвай вышел на улицы города 12 июня 2013 г. Взамен устаревшей реостатно-контактной системы управления (РКСУ) установлена контактно-транзисторная, устроен полупантограф, полностью обновлена отделка салона и форточки, двери заменены на планетарные. Усовершенствована кабина водителя, передняя и задняя маски,

размещены электронные маршрутоуказатели. Вагоны получили название Татра ТЗК «ИЖ» (рис. 6).



Рис. 6. Модернизированный трамвайный вагон ТЗК-ИЖ

Стоимость новых трамвайных односекционных вагонов отечественного производства сегодня начинается от 30 млн руб. Ижевские модернизированные вагоны по техническим характеристикам выглядят очень достойно и обходятся более чем в два раза дешевле аналогичных вагонов, выпускаемых российскими заводами².

Главная проблема старых трамвайных вагонов Татра ТЗ (производства СКД), а это большая часть парка Ижевска, — устаревшая РКСУ. Дело в том, что при торможении лишняя энергия сторае в резисторах, расположенных под вагоном, и расходуется дополнительная энергия ввиду неоптимального цикла управления двигателями при разгоне.

ВОЗМОЖНЫЕ МЕРЫ ПОДДЕРЖКИ

Для содействия трамвайному движению в городах необходимы инвестиции. К примеру, вложения в один эффективно работающий парк троллейбусов (100 единиц, включая всю инфраструктуру) составляют 5 млрд руб. В эту сумму входят покупка новых троллейбусов (около 2,5 млрд руб.), капитальный ремонт инфраструктуры и оборудование депо (2,5 млрд руб.).

Текущий ремонт чаще всего проводят в условиях ограниченных средств, тем самым постепенно сокращая основные фонды, что в дальнейшем не позволяет эксплуатировать потом современный подвижной состав.

Бизнес-модель концессии успешна тем, что имеет четкий инструмент для привлечения заемного финансирования и фондируется, практически, Центробанком. Преимущества концессии:

² Трамвайные вагоны ижевского производства начали работать в Златоусте. 02.02.2021. URL: <https://www.izh.ru/i/promo/66980.html>

- позволяет инвестировать в трамваи;
- дает возможность привлечь в краткие сроки значительные суммы;
- концессионер может изменять систему управления как драйвер изменений в общественном транспорте.

Таким образом, из всех существующих форматов государственно-частного партнерства (ГЧП), концессия — наиболее эффективный вариант в целях привлечения финансирования.

Контракты жизненного цикла (ЖЦ) отличает множество недостатков в законодательной сфере. Однако на практике возможна такая реализация. По сервисному контракту в рамках Федерального закона № 44-ФЗ³ (по сути, это вариант ГЧП — частный инвестор приходит как сервисная компания, и бюджет возмещает вложения бизнеса) компания покупает подвижной состав, производит капитальный ремонт либо строит или обновляет инфраструктуру.

Перспективно и выполнение эффективных проектов, определение и выбор качественного оператора. Рациональный путь — это осуществление проектов, которые потом будут приносить городу эксплуатационную прибыль.

По данным отчета ПК «Транспортные системы» за 2020 г., помимо обеспечения спроса, следует мотивировать производителей модернизировать существующие модели, указывая в условиях проводимых конкурсов на закупку техники новые стандарты и требования к современным транспортным средствам.

Например, в Санкт-Петербурге реализовано первое в стране концессионное соглашение по трамваю, что позволяет обеспечить загрузку мощностей производителей подвижного состава и реконструкцию [4].

В Санкт-Петербурге внедрены единственная в России система рельсовых цепей по трамвайным стрелкам (стрелочным переводам) и полностью автоматизированная система управления трамвайным движением⁴.

В ходе исследования авторы пришли к выводу, что программа модернизации транспорта необходима. Национальный проект «Безопасные и качественные автомобильные дороги» привлек внимание к общественному транспорту, потому что стратегическое направление развития транспортных систем — это развитие устойчивой мобильности для человека, а это означает развитие общественного транспорта.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ

Можно полагать, что в целом оценивать работу городского трамвайного транспорта достаточно просто следующим образом. Цель пассажирской перевозки — качественная, быстрая перевозка пассажиров.

Так, по результатам финансово-хозяйственной деятельности ГЭТ Санкт-Петербурга и «Чижика» наблюдается, что стоимость затрат при пересчете на одного пассажира у нас более чем на 40 % ниже, чем у ГЭТ.

Дотации, например, в затратах по трамваю «Чижик» на 9 % ниже по сравнению с ГЭТ. Другими словами, выше «собираемость» платы с одного пассажира.

Выход на полную мощность сети состоялся только в феврале 2020 г. после организации приоритетного проезда. 18 млн пассажиров в год — это результат работы линии с момента ее запуска в сентябре 2019 г. Средняя эксплуатационная скорость, которая подтверждается МУП «Организатор перевозок», — 25 км/ч.

До запуска проекта «Чижик» по данной линии осуществлялись стабильные перевозки порядка 14 млн пассажиров в год на 46 единицах подвижного состава. Следует отметить, что выручка не покрывала операционные расходы на тот момент. В настоящее время выручка перекрывает операционные расходы с учетом того, что тариф на проезд устанавливается городом.

Авторы полагают, что, несмотря на преимущества проекта формата «Чижик», в регионах, малых городах в качестве альтернативы возможны иные, более бюджетные решения по подвижному составу, верхнему строительству пути и депо, что позволит сэкономить на общей стоимости запуска проекта, ведь «Чижик» разработан для крупного мегаполиса и является достаточно дорогим.

Можно заключить, что эффективность от реализации таких проектов достигается за счет того, что выручка от реализации проекта будет перекрывать операционные расходы и часть инвестиций, либо хотя бы часть процентной нагрузки на инвестиции.

Вместе с тем восстановление трамвайного маршрута № 8 — рельсы, составы, остановочные пункты — обошлось концессионеру ООО «ТКК» только в первой части проекта в 7 млрд руб. при общей стоимости проекта «Чижик» по контракту

³ Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_144624/

⁴ Модернизация пассажирского транспорта // Ассоциация транспортных инженеров. URL: <https://www.traffic-ing.ru/longread-infra-battle>

свыше 33 млрд руб. Безусловно, это очень большие средства, которые частной стороне проекта хотелось бы потратить как можно более эффективно, а также побыстрее вернуть — насколько это в принципе возможно в такой области, как пассажирские перевозки.

Участие частного бизнеса в концессионных проектах предполагает, что в группу концессионного соглашения входит муниципалитет как гарант и как организатор, обычно — по схеме DBO (design + build + operate), которая в мире получила широкое распространение в транспорте, когда заранее проговаривается цена контракта ЖЦ.

Однако работа по классическому рыночному формату на таких проектах оказывается не самой экономически успешной затеей хотя бы потому, что стороны часто говорят на разных языках и живут в разных мирах, а в итоге не могут между собой договориться, не способны провести перераспределение полномочий и зон деятельности.

В Санкт-Петербурге, к примеру, это привело к ситуации, когда произошла фрагментация транспортной сети (разорваны беспересадочные связи), а участок трамвайной линии, специально построенный в рамках концессии за 2 млрд руб., не может быть введен в эксплуатацию по организационным причинам [17].

Можно заключить, что основной функциональной задачей является установление баланса взаимодействия в рамках концессии. К сожалению, в Санкт-Петербурге по проекту трамвайной линии в Шушарах конечная станция будущей линии по-прежнему находится на значительном удалении от пересадочного узла.

Иными словами, и механизмы организации взаимодействия, и финансирования проектов развития трамвайной сети, и эволюции парка подвижного состава нуждаются в дальнейшей отладке. В свою очередь, это требует и комплексной оценки всех мероприятий, сбалансированной с интересами всех участвующих сторон.

Дальнейшими направлениями исследования проблематики модернизации и развития трамвайного парка могут служить вопросы оценки эффективности модернизации, выработки методики выбора варианта финансирования, глубины реконструкции в увязке с комплексным развитием транспортного узла, другими видами транспорта и городской логистикой перемещения пассажиропотоков в целом.

В частности, при проведении экономической оценки следует прежде всего руководствоваться рекомендациями⁵. С целью оценки экологичности работы трамвайной сети и комфортабельности отдельных моделей подвижного состава возможно применение методик, изложенных в работах [10–13]. При определении вариантов последующей эволюции трамвайной сети и ее интеграции с транспортной системой агломерации дальнейшего развития требуют теория терминалистики — логистики транспортных узлов (применительно к пассажирским терминалам и пересадочным узлам [19, 20]), а также теория политранспортной логистики [21] при обязательной привязке к концепции комплексного развития транспортного узла в целом [22].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Можно сделать вывод о том, что современный городской электротранспорт активно использует инновационные системы управления, обеспечивающие, например, рекуперацию при торможении, что позволяет экономить до 30–40 % энергии.

Очевидно, что в дальнейшем внедрение таких систем управления при модернизации станет основным способом повышения энергоэффективности городского электротранспорта.

Таким образом, в данном исследовании предпринята попытка проанализировать, как трамвайные хозяйства справляются с существующей проблемой большого износа подвижного состава. Капитально-восстановительный ремонт с полной модернизацией позволяет продлить срок службы трамвая до 15 лет (!).

«Запуск» на концессионных началах трамвайной линии в небольшом городе может стать эффективным антикризисным инструментом при соответствующем технико-экономическом обосновании и решении вышеописанных организационных вопросов.

Трамвай в качестве общественного транспорта выгоднее городу, так как рациональнее используется выделенная под него полоса, потому что трамвай в 2–3-вагонной сцепке перевозит больше людей, чем троллейбус. Обновление трамвайного парка путем модернизации — актуальный тренд. Будущее городского электротранспорта, безусловно, за рельсовыми системами.

⁵ Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция). М. : Экономика, 2000. 20 с.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дудкин Е.П., Черняева В.А., Доронищева С.А., Смирнов К.А. Повышение эффективности и конкурентоспособности трамвая на рынке пассажирских перевозок // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2017. № 2. С. 230–237.
2. Поликарпов А.А., Скок И.А. Железнодорожное машиностроение России: результаты 2019 года и перспективы отрасли // Техника железных дорог. 2020. № 1 (49). С. 37–43.
3. Голяшев А., Лобанова А., Буряк Е., Кульпина В. Активность населения в использовании транспортных услуг // Бюллетень социально-экономического кризиса в России. 2015. № 07. С. 10–14. URL: <https://ac.gov.ru/files/publication/a/7059.pdf>
4. Никитина О., Скорлыгина Н., Усов И. В автобусы набилась триллионы. Обновление городского транспорта в регионах будет долгим и дорогим // Коммерсантъ. 30.07.2020. № 134. С. 5. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4434575>
5. Иванов С.В., Богату Д.П., Мичуров Р.Л., Матвеев А.А. Эволюция трамваев ПК ТС как пример влияния долгосрочного заказа на техническое развитие подвижного состава // Техника железных дорог. 2020. № 2 (50). С. 45–49.
6. Савчук В., Поликарпов А., Скок И. Состояние трамвайной системы в России // Техника железных дорог. 2015. № 1 (29) февраль. URL: <http://www.ipem.ru/news/publications/914.html>
7. Бахарев К., Грищенко Н., Казанцева Т., Сухарев М., Шепелева А., Юркова А., Ледяева М. Последний троллейбус // Российская газета. 27.11.2019. URL: <https://rg.ru/2019/11/27/reg-szfo/pochemu-v-nekotoryh-gorodah-ischezaiut-trolleybusy-i-tramvai.html>
8. Савчук В. Возрождая трамвай — производители готовы, а государство? // Российская бизнес-газета. 09.12.2014. URL: <http://www.ipem.ru/news/publications/883.html>
9. Матвеева Е.В. Феликс Винокур: «Мы будем агрессивно идти на растущие рынки» // Техника железных дорог. 2018. № 4 (44). С. 4–7.
10. Титова Т.С., Ахтямов Р.Г., Елизарьев А.Н., Ефременко В.В., Чуенко А.С. Анализ опасности и разработка устройства для повышения безопасности железнодорожного транспорта // Безопасность жизнедеятельности. 2020. № 4 (232). С. 20–24.
11. Титова Т.С., Степанова А.А. Экологические проблемы транспортного строительства // Техносферная и экологическая безопасность на транспорте (ТЭБТРАНС-2014): тезисы докладов IV Международной научно-практической конференции. 2014. С. 80–81.
12. Титова Т.С., Копытенкова О.И., Курепин Д.Е. Об объективной оценке акустического воздействия // Железнодорожный транспорт. 2017. № 5. С. 75–77.
13. Титова Т.С. Методика комплексной оценки экологичности и качества природозащитных технологий. Индекс IEQ // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2005. № 2 (4). С. 98–105.
14. Саакян Ю.З., Скок И.А. Рынок трамваев в 2020 году: ситуация в России и зарубежный опыт // Техника железных дорог. 2020. № 2 (50). С. 17–23.
15. Азанов Р. «Машина времени»: как и зачем в России модернизируют трамваи // ТАСС. 19.07.2018. URL: <https://tass.ru/ekonomika/5381599>
16. Гулятьев А. Модернизация трамвая ЛМ-68М и создание новой модели 71-301 // Техника железных дорог. 2016. № 4 (36). С. 50–55. URL: http://www.ipem.ru/files/files/tzd_web_versions/tzd_36_web_full.pdf
17. Валдин В. Трамвай «Концессия», или как наладить модернизацию транспорта // Транспорт в России. 06.11.2020. URL: <https://tr.ru/articles/3744-tramvay-koncessiya-ili-kak-naladit-modernizaciyu-transporta>
18. Иванов С.В. Новая отечественная линейка низкопольных трамваев // Техника железных дорог. 2015. № 1 (29). С. 64–67.
19. Покровская О.Д., Коровяковский Е.К. Терминалистика — организация и управление в транспортных узлах // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2016. Т. 13. № 4 (49). С. 509–520.
20. Покровская О.Д. Комплексная оценка транспортно-складских систем железнодорожного транспорта: дис. ... д-ра техн. наук. СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, 2018. 377 с.
21. Куренков П.В., Преображенский Д.А., Астафьев А.В., Сафронова А.А., Кахриманова Д.Г. Перспективные направления развития политранспортной логистики // Железнодорожный транспорт. 2019. № 3. С. 30–35.
22. Голомолзин В.Г., Покровская О.Д. Характеристика и роль терминальной сети транспортного узла в организации контейнерных поездов // Железнодорожный транспорт. 2021. № 2. С. 16–21.

REFERENCES

1. Dudkin E.P., Chernyaeva V.A., Doronicheva S.A., Smirnov K.A. Increasing the efficiency and competitiveness of the tram in the passenger transportation market. *Bulletin of the Petersburg University of Railways*. 2017;2:230-237. (In Russ.).
2. Polikarpov A.A., Skok I.A. Railway engineering of Russia: results of 2019 and prospects for 2020. *Technics of Railways*. 2020;1(49):37-43. (In Russ.).
3. Golyashev A., Lobanova A., Buryak E., Kulpina V. Population activity in the use of transport services. *Bulletin of the socio-economic crisis in Russia*. 2015;07:10-14. URL: <https://ac.gov.ru/files/publication/a/7059.pdf> (In Russ.).
4. Nikitina O., Skorlygina N., Usov I. Trillions are packed into buses. Renovation of urban transport in the regions will be long and expensive. *Kommersant*. 07.30.2020;134:5. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4434575> (In Russ.).
5. Ivanov S.V., Bogatu D.P., Michurov R.L., Matveev A.A. PC TS tram's evolution as an example of the influence of long-term order on the technical development of rolling stock. *Technics of Railways*. 2020;2(50):45-49. (In Russ.).
6. Savchuk V., Polikarpov A., Skok I. State of the tram system in Russia. *Tekhnika zheleznykh dorog*. 2015;1(29)February. URL: <http://www.ipem.ru/news/publications/914.html> (In Russ.).

7. Bakharev K., Grishchenko N., Kazantseva T., Sukharev M., Shepeleva A., Yurkova A., Ledyeva M. The last trolleybus. *Russian newspaper*. 11.27.2019. URL: <https://rg.ru/2019/11/27/reg-szfo/pochemu-v-nekotoryh-gorodah-ischezaiut-trollejbusy-i-tramvai.html> (In Russ.).
8. Savchuk V. Reviving the tram — are the manufacturers ready, but the state? *Russian business newspaper*. 09.12.2014. URL: <http://www.ipem.ru/news/publications/883.html> (In Russ.).
9. Matveeva E.V. Felix Vinokur: "We will aggressively go to growing markets". *Technics of Railways*. 2018;4(44):4-7. (In Russ.).
10. Titova T.S., Akhtyamov R.G., Elizariyev A.N., Efremenko V.V., Chuyenko A.S. Hazard analysis and development of railway transport safety device. *Safety of Life*. 2020;4(232):20-24. (In Russ.).
11. Titova T.S., Stepanova A.A. Environmental problems of transport construction. *Technosphere and environmental safety in transport (TEBTRANS-2014): abstracts of the IV International scientific and practical conference*. 2014;80-81. (In Russ.).
12. Titova T.S., Kopytenkova O.I., Kurepin D.Ye. On an objective assessment of acoustic impact. *Railway Transport*. 2017;5:75-77. (In Russ.).
13. Titova T.S. Methodology for a comprehensive assessment of environmental friendliness and quality of environmental technologies. Index IEQ. *Proceedings of Petersburg Transport University*. 2005;2(4):98-105. (In Russ.).
14. Saakyan Y., Skok I. Tram Market In 2020: The situation in Russia and foreign experience. *Technics of Railways*. 2020;2(50):17-23. (In Russ.).
15. Azanov R. "Time Machine": how and why trams are being modernized in Russia. *TASS*. 07.19.2018. URL: <https://tass.ru/ekonomika/5381599> (In Russ.).
16. Gulyaev A. Modernization of the LM-68M tram and the creation of a new model 71-301. *Technics of railways*. 2016;4(36):50-55. URL: http://www.ipem.ru/files/files/tzd_web_versions/tzd_36_web_full.pdf (In Russ.).
17. Valdin V. Tram "Concession", or how to organize the modernization of transport. *Transport in Russia*. 11.06.2020. URL: <https://tr.ru/articles/3744-tramvay-koncessiya-ili-kak-naladit-modernizaciyu-transporta> (In Russ.).
18. Ivanov S.V. New domestic low-floor trams. *Technics of Railways*. 2015;1(29):64-67. (In Russ.).
19. Pokrovskaya O.D., Korovyakovskiy E.K. Terminalistics — organization and management in transport hubs. *Proceedings of Petersburg Transport University*. 2016;13(4):(49):509-520. (In Russ.).
20. Pokrovskaya O.D. *Comprehensive assessment of transport and storage systems of railway transport: dis. doctors of technical sciences*. St. Petersburg, Petersburg State Transport University of Emperor Alexander I, 2018;377. (In Russ.).
21. Kyrenkov P.V., Preobrazhenskii D.A., Astafyev A.V., Safroнова A.A., Kahrmanova D.G. Sychromodal and co-modal transportations, a-modal booking and trimodal terminals as perspective directions of development of transport logistics. *Railway Transport*. 2019;3:30-35. (In Russ.).
22. Golomolzin V.G., Pokrovskaya O.D. Characteristics and role of the terminal network of the transport hub in the organization of container trains. *Railway Transport*. 2021;2:16-21. (In Russ.).

Об авторах

Тимофей Алексеевич Комаров — обучающийся; **Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)**; 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9; timofeykomarov7@gmail.com;

Владимир Петрович Федоров — доцент кафедры «Железнодорожные станции и узлы»; **Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)**; 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9; РИНЦ ID: 704894, SPIN-код: 2815-8718; volodia-f-2016@yandex.ru.

Bionotes

Timofey A. Komarov — student; **Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS)**; 9 Moskovsky pr., Saint Petersburg, 190031, Russian Federation; timofeykomarov7@gmail.com;

Vladimir P. Fyedorov — Associate Professor of the Department of "Railway stations and junctions"; **Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS)**; 9 Moskovsky pr., Saint Petersburg, 190031, Russian Federation; SPIN-code: 2815-8718, RSCI ID: 704894; volodia-f-2016@yandex.ru.

Заявленный вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Автор, ответственный за переписку: Тимофей Алексеевич Комаров, timofeykomarov7@gmail.com.

Corresponding author: Timofey A. Komarov, timofeykomarov7@gmail.com.

Статья поступила в редакцию 05.02.2021; одобрена после рецензирования 06.04.2021; принята к публикации 30.04.2021.

The article was submitted 05.02.2021; approved after reviewing 06.04.2021; accepted for publication 30.04.2021.