

СРАВНЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРОЛЛЕЙБУСА И АВТОБУСА С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА

Ю.О. Глушкова¹, А.В. Пахомова¹, А.Р. Асоян¹
¹ФГБОУ ВО «СГТУ имени Гагарина Ю.А»,
г. Саратов, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. В статье приведены результаты комплексного сравнительного исследования экономической эффективности эксплуатации подвижного состава на городских перевозках – троллейбуса с динамической подзарядкой и дизельного автобуса – с целью решения новой для крупного города задачи – выявления более выгодного транспортного средства с точки зрения экономической и временного фактора.

Материалы и методы. Индексный, сравнения, аналитических расчетов, анализ динамических рядов.

Результаты. Сформирован алгоритм выбора вида транспорта и пошаговая инструкция процедуры сравнения, отличающиеся комплексным подходом к оценке показателей эксплуатации. Доказана необходимость применения предложенных рекомендаций по реализации процесса сравнения технико-эксплуатационных и экономических показателей, с учетом выявленных преимуществ и недостатков существующих видов подвижного состава, используемых в настоящее время: с гибридным троллейбусом и автобусом городского типа на дизельном топливе.

Обсуждение и заключение. Проведено статистическое исследование рядов динамики дружелюбных для окружающей среды городских видов пассажирского транспорта: эксплуатационной длины троллейбусных и трамвайных путей, объемов перевозок пассажиров по транспорту общего пользования РФ, Приволжского федерального округа и входящих в него регионов. Предложена модель поэтапного процесса проведения расчета себестоимости перевозок альтернативных видов транспорта: троллейбуса с динамической подзарядкой и городского автобуса.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: экономическая эффективность, эксплуатация, троллейбус с динамической подзарядкой, автобус городского типа, сравнение, экология, затраты, инфраструктура, технико-эксплуатационные показатели.

© Ю.О. Глушкова, А.В. Пахомова, А.Р. Асоян, 2018



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

COMPARISON OF ECONOMIC EFFECTIVENESS BETWEEN TROLLEY AND BUS OPERATION PROCESS ACCORDING TO ECOLOGICAL FACTOR

YU. O. Glushkova¹, A. V. Pahomova¹, A. R. Asoyan¹

¹Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin,
Saratov, Russia

ABSTRACT

Introduction. The article presents the results of the comprehensive comparative study of economic efficiency of the rolling stock on urban transport, such as trolley with dynamic charging and diesel bus, in order to solve a new problem for a large city of identifying more profitable vehicle in terms of economic, environmental and time factors.

Materials and methods. Such methods as index, comparison methods and methods of analytical calculations and dynamic series analysis are applied in the research.

Results. As a result, the algorithm of the transport mode choosing and step by step instructions of the comparison, wherein the integrated approach to the assessment of performance, was established. In addition, the necessity of supposed recommendations' application on implementation of comparison process of technical, operational and economic indicators, which take into account the revealed advantages and shortcomings of the existing types of the rolling stock was proved on the basis of the hybrid trolley and bus on diesel fuel.

Discussion and conclusions. The statistical study of dynamics' series of environmentally friendly urban modes of passenger transport by the following factors as the operational length of trolley and tram routes, volume of passenger traffic on public transport in the Russian Federation and also in Volga Federal District and its regions. The model of step-by-step process of calculation of transportations' prime cost by alternative modes of transport is offered on the example of trolley with dynamic recharging and city bus.

KEYWORDS: economic efficiency, operation, trolley with dynamic recharging, city bus, comparison, ecology, costs, infrastructure, technical and operational indicators.

© Yu. O. Glushkova, A. V. Pahomova, A. R. Asoyan, 2018



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

Городской пассажирский транспорт занимает важное место в экономике страны. Ежегодно данным видом транспорта в нашей стране перевозится порядка 75% пассажиров.

В России, равно как и во всем мире, в последнее время [1, с. 23–29] происходит концентрация населения в крупных городах и мегаполисах. Изучение зарубежного и отечественного опыта транспортного обслуживания городских пассажиропотоков показывает многообразие решений по дружественным для окружающей среды видам транспорта: скоростные магистрали, строящиеся в обход города или его центра (г. Осло, Норвегия – скоростные магистрали, расположенные в подземных разветвляющихся тоннелях и пересекающие город в разных направлениях) как пример сокращения занятости территории города. Для решения проблем стоянок транспортных средств применяются многоярусные, подземные гаражи, стоянки на крышах домов и эстакадах, в корпусах старых судов.

Одним из наглядных примеров использования экологичного вида транспорта в городе является метротран (сочетание трамвая и метро) в г. Волгограде. Особенность этого вида транспорта состоит в том, что часть трамвайного маршрута проходит по наземным рельсам, а часть по подземному участку под центром города, с тремя станциями. Трамвайные поезда при въезде в центр города уходят в тоннель мелкого заложения, проходят под проспектом Ленина с тремя остановками на станциях и после пересечения оврага реки Царицы разворачиваются на кольце у площади Чекистов. Подземный участок был построен за восемь лет и открылся 15 ноября 1984 года. Такое решение существенно уменьшало время в пути между центром города и его северными районами. Интервал движения составлял 10 мин, однако для доведения интервала до 2–3 мин требуются дополнительные инвестиции в приобретение новых трамваев.

Гипотеза исследования. Рассматривая вопрос об экономичности и снижении стоимости эксплуатации общественного транспорта в крупных городах и мегаполисах, имеющих достаточную энергетическую базу, усовершенствованные дороги и относительно легкий

профиль пути, актуальным будет использовать троллейбусы с динамической подзарядкой, нежели городские автобусы. В сравнении с автобусом троллейбус не загрязняет атмосферу, дешевле в эксплуатации, имеет меньший уровень шума и, как правило, большую вместимость.

Исследование отечественного и зарубежного опыта применения альтернативных видов транспорта послужило основанием для формирования модели пошагового процесса сравнения эффективности эксплуатации троллейбуса с динамической подзарядкой и автобуса, содержащей определение ключевой цели, задач, методов, результатов как основы принятия решения о перспективности данного вида транспорта крупных городов (рисунок 1). Пошаговая инструкция процедуры сравнения отличается комплексным подходом к оценке показателей эксплуатации.

Целевая установка сформулирована таким образом, чтобы процесс сравнения и выбора эффективного для населения и окружающей среды вида городского транспорта завершился определением мероприятий и механизма их реализации для разрешения многостороннего конфликта целей и проблем в системе «транспорт – окружающая среда – население» (ТОН).

Задачи, поставленные для достижения цели ТОН, носят общий системный характер, тем не менее они решаются в контексте данного исследования за счет выбора и эксплуатации эффективного вида городского транспорта.

Выбор методов решения задач обусловлен необходимостью акцентирования внимания на экономическом аспекте реализации перечисленных задач в системе ТОН, направленных на улучшение основных результатов деятельности транспортных предприятий, повышение их прибыли, рентабельности и конкурентоспособности. Это происходит за счет разработки для каждой из подсистем ТОН специфических мероприятий: выявления неиспользованных резервов в ресурсобеспечении («транспорт»), сохранения необходимого уровня ресурсосбережения и охраны окружающей среды («окружающая среда»), повышения качества транспортного обслуживания как социальный аспект («население») [2, с. 116].

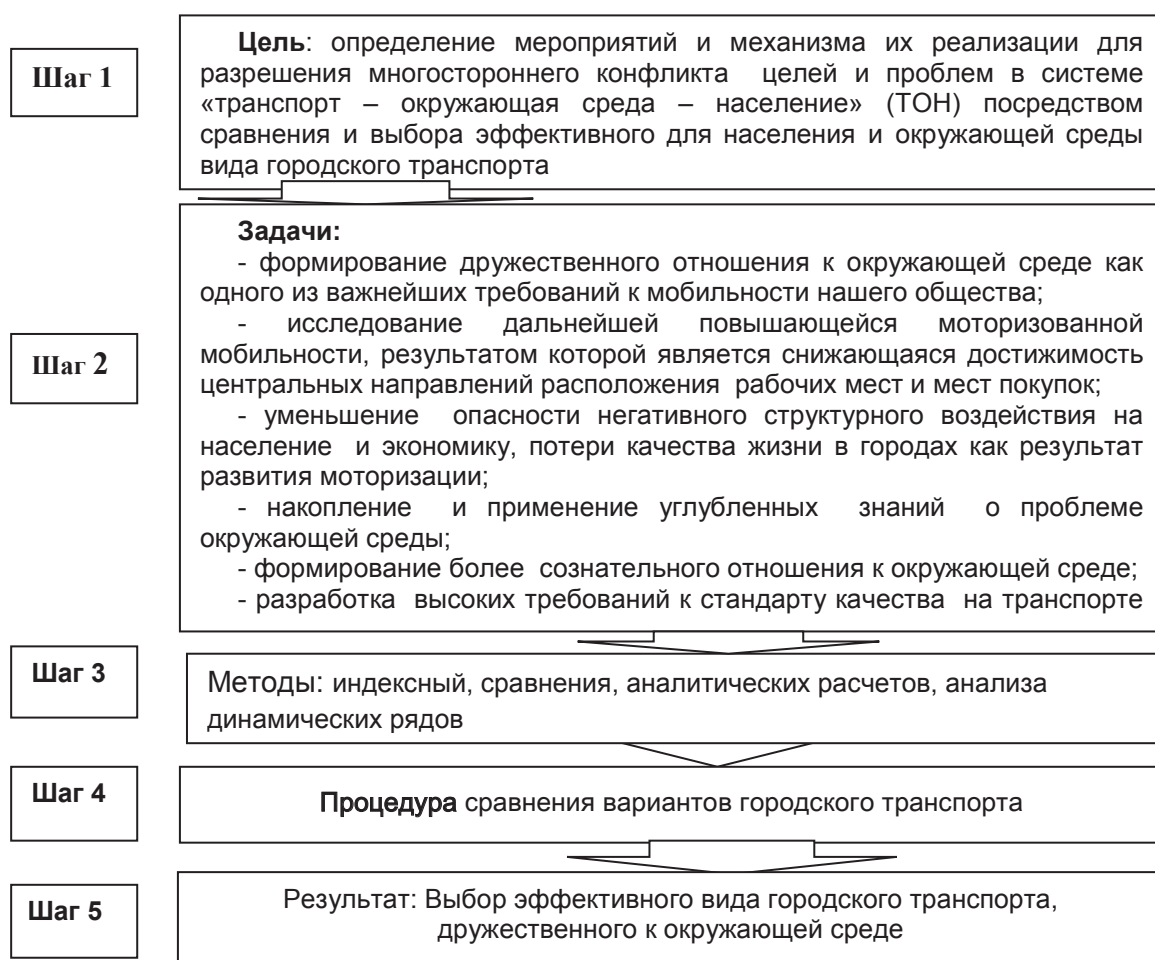


Рисунок 1 – Модель процесса сравнения эффективности эксплуатации троллейбуса с динамической подзарядкой и автобуса городского типа

Figure 1 – Process model of efficiency comparison of dynamic charging trolley and city bus operation

Источник: авторский вариант

Проведение исследования альтернативных видов городского транспорта связано с техническими областями, в рамках которых должно устанавливаться, что при всех усилиях по снижению потребления энергии автомобилями нельзя уже больше считать это снижение как «революцию». Аналогично и в отношении уменьшения эмиссии. После значительных успехов прошедших десятилетий впереди ожидаются лишь очень небольшие улучшения. Также альтернативные приводы автомобилей пока в ближайшее время не будут предоставлены. До этого предпринима-

лись попытки их продемонстрировать, однако оказалось, что новые приводы все же дороже или недостаточно мощны. ДВС – моторы сгорания вряд ли могут быть заменены в обозримом ближайшем будущем.

Что касается новых перспектив для городского транспорта¹, то исследование проблемы применения альтернативных видов топлива на городских автобусах целесообразно с точки зрения экономичности и экологичности. На основе многолетних изысканий и накопленного опыта эксплуатации автобусов, работающих на различных видах топлива, специалисты

¹ Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 года N 1734-р (В редакции, введенной в действие распоряжением Правительства Российской Федерации от 11 июня 2014 года N 1032-р).

разных стран сделали выводы по результатам сравнительной эксплуатации с применением таких характеристик как расход топлива, запаса хода в километрах, коэффициент ускорения, пуск, шумность, содержание CO, содержание NO, себестоимость и т.д. Тем не менее современные условия городской среды диктуют необходимость дальнейшего поиска альтернатив по видам транспорта, что актуализирует изыскания в сфере сравнения и экономического обоснования выбора электротранспорта или гибридного транспорта, а также транспорта, использующего ресурсы альтернативной энергетики.

В данной статье проводится комплексный сравнительный анализ троллейбуса с динамической подзарядкой как экологичного, перспективного вида транспорта и автобуса городского типа.

При выборе вида транспорта следует рассматривать вопрос об экологичности и снижении стоимости эксплуатации общественного транспорта в крупных городах и мегаполисах, имеющих достаточную энергетическую базу, усовершенствованные дороги, и выбор делать в пользу троллейбусов, нежели городских автобусов. Это утверждение аргументируем следующими данными.

Троллейбус целесообразно использовать в городах с населением более 250 тыс. жителей, на линиях с устойчивыми пассажиропотоками не ниже 2–2,5 тыс. пассажиров в час в качестве как основного, так и вспомогательного вида транспорта. В сравнении с автобусом троллейбус не загрязняет атмосферу, дешевле в эксплуатации, имеет меньший уровень шума и, как правило, большую вместимость [3, с. 581].

Однако сооружение контактной сети требует определенных затрат, она загромождает улицы и ухудшает их вид, связь с контактной сетью ограничивает маневренность и не позволяет осуществлять работу подвижного состава с разными режимами движения.

В троллейбусе сочетаются конструктивные элементы и агрегаты подвижного состава автомобильного типа и электрических железных дорог. Ходовая часть, тяговая передача и частично органы управления однотипны с оборудованием автобусов. Тяговый электродвигатель, система электрического управления и электроаппаратура имеют много общего с электрооборудованием подвижного состава электрических железных дорог [4, с. 34]. Сочетая в себе основные преимущества трамвая и автобуса, троллейбус представляет собой

одну из самых экономичных электрических систем общественного транспорта. Современные троллейбусы предусматривают возможность движения автономно, с опущенными токоприемниками до 40 километров, что актуально с учетом демонтажа контактных сетей в центральных частях крупных городов и мегаполисов в рамках программы «чистое небо». Решение в пользу троллейбуса соответствует и общемировой тенденции перехода на экологичные виды городского транспорта и объясняется следующим.

Концентрация населения в крупных городах – общемировая тенденция. В литературе эти города часто называют мегаполисами. Существует несколько определений мегаполиса. По определению ООН к мегаполисам относятся городские агломерации с населением свыше 8 млн человек. По другим определениям, основным признаком мегаполиса является наличие нескольких городских агломераций с общим населением около миллиона человек. В данной работе используется второе определение мегаполиса. То есть это крупный город, как правило, областной центр. Городов-миллионников в РФ насчитывается 15; согласно данным Росстата от 31.07.2017 г., самый крупный из них г. Москва, численность на 1.01.2017 г. 12 380 664 чел., на последнем месте г. Волгоград – 1 015 586 чел.

Одной из актуальных проблем городов-миллионников, как и других крупных городов, является транспортное обеспечение населения пассажирскими перевозками.

Проведенный экономический анализ эксплуатации пассажирского транспорта в крупных городах и мегаполисах свидетельствует о том, что для качественного осуществления перевозок, кроме подвижного состава, необходима соответствующая инфраструктура [6, с. 70–74], формирование которой осложнилось в связи с переходом на рыночные отношения. На пассажирском транспорте произошли значительные организационные изменения, которые напрямую повлияли на эффективность эксплуатации (приватизация, разукрупнение автотранспортных предприятий, возросшая конкуренция перевозчиков и т.д.). К тому же удорожание ресурсов для эксплуатации транспортных средств.

Все эти изменения в сфере эксплуатации автомобилей обусловили разделение сферы перевозок и сферы обеспечения работоспособности автомобилей. Это привело к расширению спроса на услуги централизованных специализированных производств (ЦСП), как

предприятий, способных с минимально возможными затратами обеспечить необходимый потребителю уровень качества технических воздействий, а также повысить безопасность дорожного движения, что особенно актуально для пассажирского транспорта. Немаловажную проблему составляет загрязнение воздуха выхлопными газами автотранспортных средств. Так, согласно прогнозам, в дальнейшем Азия станет доминирующим автомобильным регионом. На долю стран BRIC к 2025 г. будет приходиться более половины выпущенной продукции².

Для решения данной проблемы ведется во всем мире научный и практический поиск альтернативных видов топлива и видов городского пассажирского транспорта, дружественного к окружающей среде. Накопленный зарубежный и отечественный опыт относится в основном к электромобилям. Однако массовый переход на данный вид городского пассажирского

транспорта сдерживается необходимостью решения другой проблемы: создания адекватной инфраструктуры, в частности электрозарядных станций (ЭЗС), что в свою очередь упирается в проблему финансирования инвестиций в инфраструктурные объекты. Сравнительно новым решением является использование альтернативного городского автобуса вида транспорта – троллейбуса с динамической подзарядкой, ввод которого в эксплуатацию, как будет далее обосновано, не требует значительных капитальных затрат, если контактные сети уже существуют. Троллейбус как вид городского транспорта используется в крупных городах, характеризуется положительным развитием и в последние годы стабильностью транспортных линий по сравнению с другими видами городского электротранспорта (в данном случае с трамваем), что подтверждено рядами динамики (рисунок 2).

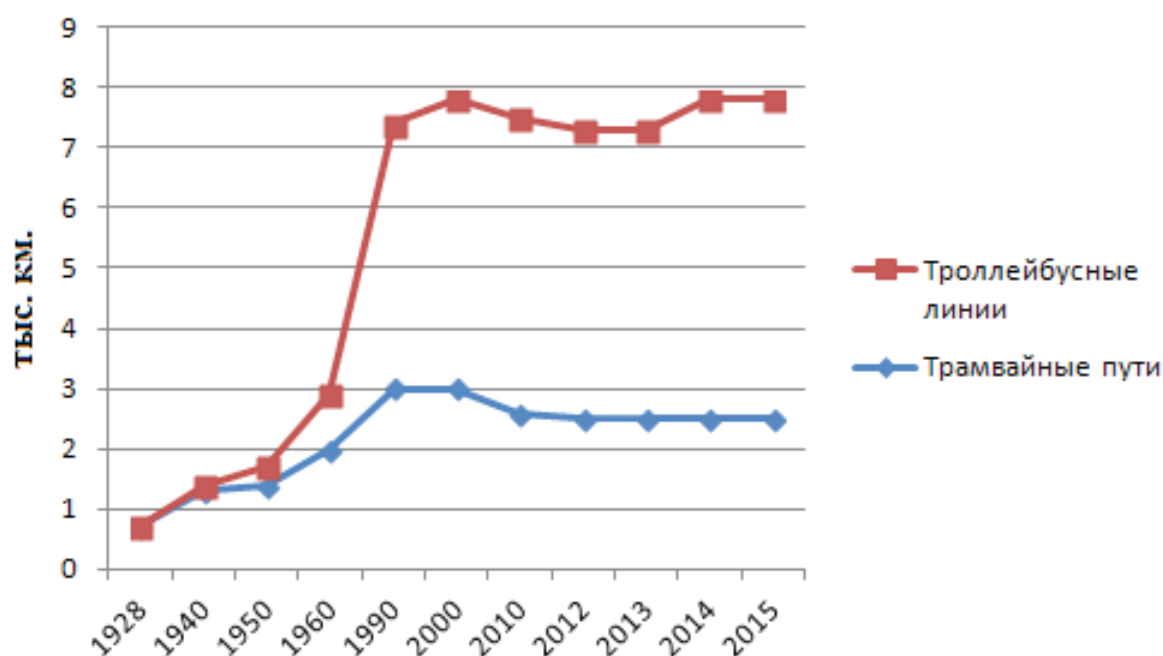


Рисунок 2 – Эксплуатационная длина путей сообщения общего пользования (на конец года),² тыс. км

Figure 2 – Operational length of public transport lines (at the end of the year), thousand km

Источник: Составлено авторами на основе статистической формы²
Раздел 20 Транспорт, 20.22. протяженность путей сообщения

² Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] URL: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/year/year16.pdf (12.02.2018).

Объем перевозок пассажиров в последние годы сравнительно стабилен, тем не менее прослеживается тенденция приоритета у троллейбуса и трамвая, т.е. экологических видов городского транспорта, что подтверждается проведенным анализом динамики (рисунок 3).

Менеджеры предприятий городского электротранспорта стремятся улучшить имидж троллейбуса в густонаселенных районах крупных городов, т.к. характерный шум и выхлопные газы автобусов, сопровождающие их движение, нарушают покой жителей. В местах возникновения шума и сильной загазованности воздуха от автобусов ухудшаются условия жизненной среды. В данной статье рассматриваются результаты исследования по обоснованию экономической эффективности использования троллейбуса с динамической подзарядкой (на примере г. Саратова).

Троллейбусное движение существует в г. Саратове не один десяток лет. Первый маршрут был открыт в 1952 г. протяженностью 6,2 км, самый длинный маршрут 13,2 км, общая протяженность троллейбусных линий составляет 86,6 км. По состоянию на 2017 г. в Саратове действуют 11 троллейбусных маршрутов. До 2004 г. действовал троллейбусный маршрут №9 Саратов-Энгельс. Однако в 2004 г. на мосту Саратов-Энгельс контактная сеть троллейбусов маршрута № 9 была демонтирована, и после капремонта моста восстановление маршрута не планируют, т.к. считают нерентабельным.

В настоящее время Саратовская агломерация имеет общую инфраструктуру с городом Энгельсом, расположенным на левом берегу р. Волги, общими являются энергосети, информационные и оптоволоконные линии, дамбы, общая окружная автодорога. До 2004 г. имела общую троллейбусная система (разъединенная из-за технических проблем).

После того как троллейбусная линия, проходящая по мосту через Волгу, была демонтирована, возникла проблема, заключающаяся в несоответствии спроса на перевозки и предложения транспортных услуг. Прерванное троллейбусное сообщение между городами с достаточно высокой плотностью населения привело к определенным трудностям с мобильностью, особенно в часы пик, т.к. вместимость автобусов «Газель», на которые перешло транспортное обслуживание населения двух городов, несравнима с вместимостью троллейбуса. К тому же загрязнение воздуха над Волгой выхлопными газами от автобусов сильнее. Транспортные предприятия, министерство транспорта начали вести поиск новых решений, позволяющих устранить возникшие проблемы.

Предлагаемое решение проблемы состоит в использовании альтернативы автобусу – троллейбуса с динамической подзарядкой, которое направлено на обеспечение следующих преимуществ:

– заметное снижение отрицательного воздействия на окружающую среду (отсутствие

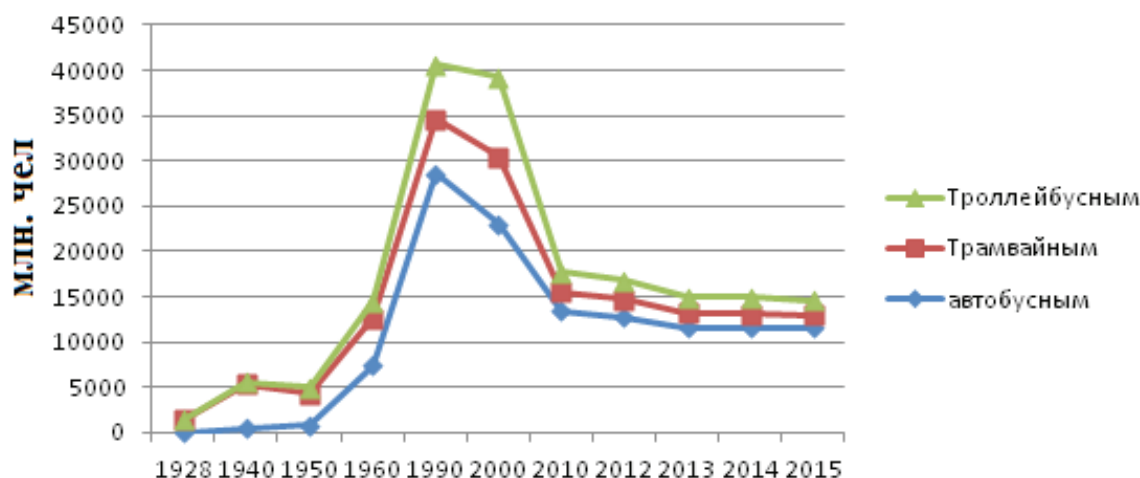


Рисунок 3 – Перевезено пассажиров транспортом общего пользования, млн чел.²

Figure 3 – Quantity of passengers' transportation by public transport, million people

Источник: Составлено авторами на основе статистической формы² Раздел 20 Транспорт, 20.17. перевозки пассажиров и пассажирооборот транспорта общего пользования по видам сообщения

выхлопных газов) – экологическая безопасность;

- увеличение пассажирооборота за счет большей вместимости троллейбуса по сравнению с автобусом – решение социальной проблемы;

- возможность ресурсосбережения (экономия за счет топливной составляющей).

Однако переход от автобуса на троллейбус с динамической подзарядкой требует дополнительных расходов на переоборудование троллейбуса (соответствующие аккумуляторные батареи) и создание инфраструктуры (зарядных пунктов). Эти расходы предназначены для решения следующих задач:

- установки в районах остановок транспорта зарядных пунктов, с помощью которых троллейбус подзаряжается (аккумуляторные батареи);

- обеспечения необходимой мощности системы подзарядки, представляющей собой набор оборудования, комплектация которого позволяет осуществлять подзарядку троллейбуса с минимальными простоями;

- обеспечение достаточных, надежных источников энергоснабжения зарядных пунктов.

Главным аргументом в пользу троллейбуса с динамической подзарядкой является то, что ввод в эксплуатацию такого троллейбуса в рассматриваемом примере на маршруте Саратов-Энгельс может быть осуществлен практически «здесь и сейчас», не требуется значительных инвестиций, т.к. сохранена контактная линия на бывшем троллейбусном маршруте №9 от вокзала до моста в г. Саратове и от моста до центра г. Энгельса. Троллейбус ТРОЛЗА «Мегаполис» оснащен автономным устройством для подзарядки, которое используется во время движения троллейбуса на бесконтактном участке маршрута, в данном случае по мосту через р. Волга. Таким образом, использование динамической подзарядки решает вопрос беспересадочной поездки пассажиров на маршруте длиной 14 км, соединяющем два города современной Саратовской агломерации, что приводит к экономии времени и затрат пассажиров на поездку из Саратова в Энгельс.

ОБСУЖДЕНИЕ

Тема альтернативных видов городского транспорта горячо и активно обсуждается ученым сообществом и практиками, особенно в последние годы. Необходимость решения транспортных проблем в агломерациях обусловлена тем обстоятельством, что в ряде случаев имеет место кризисное состояние традиционных видов транспорта, проявляющееся в усугублении проблем безопасности и экологии, несоответствии провозной способности пассажирского транспорта пассажиропотоку. Более того, актуальность этой темы определяется социально-значимым характером городских пассажирских перевозок, связанных с выполнением социального заказа.

На основе многолетних изысканий и накопленного опыта эксплуатации автобусов, работающих на различных видах топлива, специалисты разных стран сделали выводы по результатам сравнительной эксплуатации с применением таких характеристик, как расход топлива, запас хода в километрах, коэффициент ускорения, пуск, шумность, содержание СО, содержание NO, себестоимость. Страны мира принимают различные меры по сокращению вредных выбросов в атмосферу. Так, Еврокомиссия объявила о своих планах снизить допустимый уровень выброса углекислого газа к 2020 г. до 95 граммов на километр для легковых автомобилей, а малых грузовиков – до 147. Еврокомиссия подсчитала, что сокращение выбросов на 5 граммов поможет сэкономить автовладельцам около 340 евро на бензин в год [7, с. 193].

Современные троллейбусы предусматривают возможность движения автономно, с опущенными токоприемниками до 40 километров, что актуально, с учетом демонтажа контактных сетей в рамках программ «чистое небо» в крупных городах и мегаполисах.

Перераспределение пассажирооборота в пользу троллейбуса имеет перспективу, учитывая незначительный пассажирооборот троллейбусного транспорта по сравнению с автобусным (рисунок 4).

Проведенный анализ рядов динамики объемов перевозки пассажиров в региональном аспекте, в т.ч. Приволжском федеральном

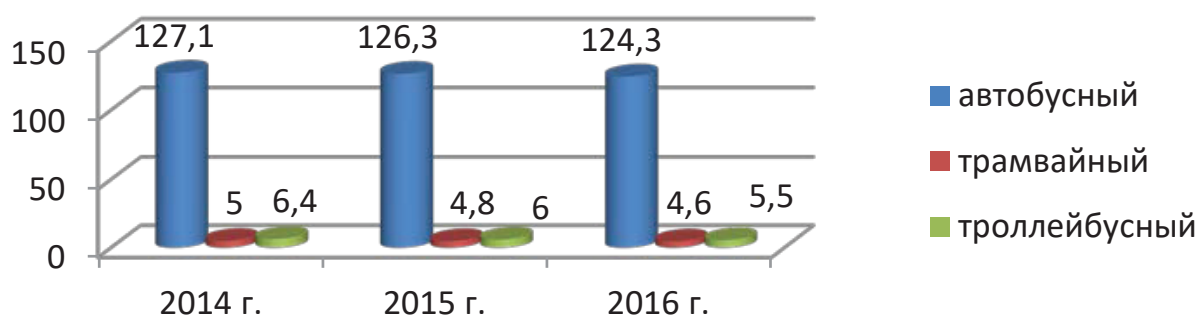


Рисунок 4 – Пассажирооборот по видам транспорта общего пользования РФ (млрд пасс.-км) ^[2]

Figure 4 – Passenger turnover by public transport in the Russian Federation ((billion.pass.-km)

Источник: Составлено авторами на основе статистической формы ^[2] Раздел 20 Транспорт, 20.16. пассажирооборот по видам транспорта общего пользования passenger turnover by public transport MODES

округе, показал сравнительно стабильный темп по отношению к 2005 г.; максимальное значение темпа в Саратовской области 104,61 %, а минимальное значение в Республике Марий Эл – 81,43 % (рисунок 5).

Поставщиком троллейбусов с динамической подзарядкой является Энгельсский завод ТРОЛЗА. Первый опытный образец троллейбуса изготовлен к 1 мая 1951 г., к концу года выпущен 21 троллейбус марки «МТБ-82». В 1955 г. спроектирован и построен пассажирский троллейбус собственной конструкции ТБУ-1; в 2000 г. – серийное производство первого троллейбуса с пониженным уровнем пола

Тролза-5275.05 «Оптима»; в 2002 г. разработана совершенно новая модель троллейбуса ЗиУ-682Г-016.02 [8], имеющая новый дизайн и вынос электрооборудования на крышу; в 2003 г. разработана новая модель троллейбуса ЗиУ-682Г-016.03, отличающаяся от ЗиУ-682Г-016.02 выполнением основания кузова из открытого профиля, что сделало его более прочным и стойким к коррозии. В 2005 г. завод представил общественности модель троллейбуса с низким уровнем пола ТРОЛЗА-5265 «Мегаполис». В «Мегаполисе» максимально реализована социальная направленность общественного транспорта: уровень пола маши-



Рисунок 5 – Объем перевозки пассажиров (% к 2005 году) ^[2]

Figure 5 – Volume of passenger transportation (% by 2005)

Источник: Составлено авторами на основе статистической формы ^[2] Раздел 20 Транспорт, 20.14. перевозки пассажиров по видам транспорта общего пользования passenger transportation by public transport MODES

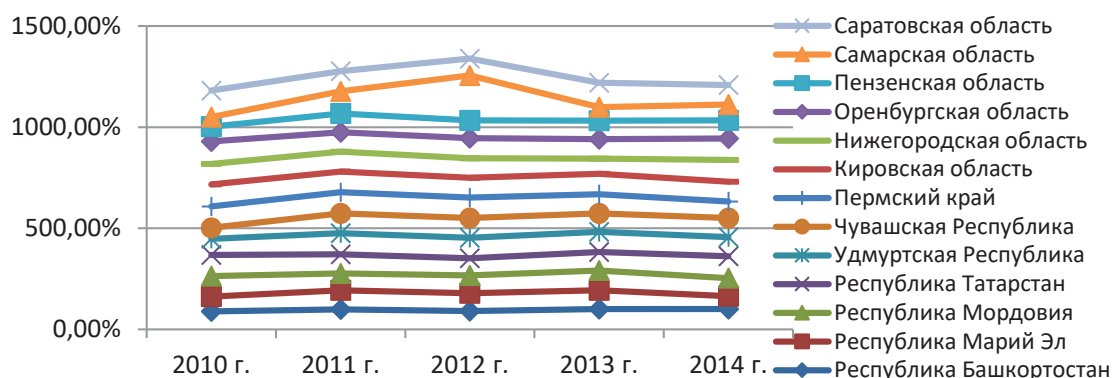


Рисунок 6 – Темпы изменения объема перевозок пассажиров по Приволжскому федеральному округу, (% к 2005 году) [2]

Figure 6 – Changing rate of the passenger transportation's volume in Volga Federal District, (% to 2005)

Источник: Составлено авторами на основе статистической формы [2] Раздел 20 Транспорт, 20.2. основные показатели транспортной деятельности по субъектам Российской Федерации в 2016 г.
main indicators on transport activities by constituent entities of the russian federation in 2016



Рис. 7 – Троллейбус ТРОЛЗА-5265 «Мегаполис»

Figure 7 – TROLZA-5265

ны понижен, его высота над проезжей частью не превышает 360 мм. Это делает троллейбус удобным для посадки и выхода детей, пожилых людей, людей с ограниченной подвижностью, пассажиров с детскими колясками или другим крупногабаритным грузом; в 2006 г. на базе «Мегаполиса» создан сочлененный троллейбус особо большой вместимости ТРОЛЗА-6206.

В 2008 г. выпущен первый экологически чистый автобус с гибридной силовой установкой

на базе троллейбуса семейства «Мегаполис». Троллейбус ТРОЛЗА-5265 «Мегаполис» представляет собой двухосный троллейбус большой вместимости с жесткой базой и низким уровнем пола (360 мм) (рисунок 7) [3, 4, 5].

При проектировании троллейбуса «Мегаполис» инженеры применили инновации [8, Р. 1644–1651] в области дизайна и эргономики, безопасности движения. В обшивке кузова более 80% деталей выполнены из композитных материалов, являющихся более легкими, травмобезопасными и долговечными. По площади остекления салона «Мегаполису» нет равных на рынке. Значительно улучшен обзор, применена прогрессивная светотехника галогенного типа, стали обязательными антиблокировочная система тормозов (АБС) и система контроля токоутечки. Но самое главное – все машины семейства «Мегаполис» имеют низкий уровень пола на всем пространстве пассажирского салона, предназначенном для стоящих пассажиров. Не обошли стороной и экономическую эффективность – асинхронный электрический двигатель вкпе с современным тяговым приводом на основе IGBT-транзисторов позволяют экономить до 35% электроэнергии, а увеличенный срок службы кузова обеспечит быструю окупаемость дорогостоящих технологий, примененных в данной модели. В 2013 г. троллейбус с динамической подзарядкой

³ Троллейбусные города России [Электронный ресурс] URL: <http://trollicity.narod.ru/> (27.12.2017)

⁴ Городской электротранспорт [Электронный ресурс] URL: <http://transphoto.ru/> (12.02.2018)

⁵ Закрытое Акционерное Общество «Тролза» [Электронный ресурс] URL: <http://www.trolza.ru/> (12.02.2018)

проходил испытания, в процессе которых решается, в том числе проблема техническая – увеличения автономного хода, зависящего в свою очередь от применяемых на троллейбусе аккумуляторных батарей. Для ввода в эксплуатацию данных троллейбусов требуется комплексное инфраструктурное решение: создание зарядной сети (зарядных станций), определение источников их энергоснабжения, выявление городских маршрутов, на которых наиболее выгодно применять троллейбусы с динамической подзарядкой, размещение соответствующих дорожных знаков. Тем не менее применение таких троллейбусов – это наше будущее, это экологически чистый первый троллейбус, дружелюбный городской среде.

МЕТОДЫ

Постановка задачи: описание проблемной ситуации.

Троллейбус с подзарядкой предназначен в данном примере для эксплуатации на маршруте Саратов-Энгельс (железнодорожный вокзал г. Саратов – Центральная площадь г. Энгельс). Маршрут проложен от вокзала по автомобильному мосту через реку Волгу. Общая длина маршрута 14 км. В настоящее время действие троллейбусного маршрута Саратов-Энгельс приостановлено, ввиду того что в 2004 г. было принято решение демонтировать контактную сеть через мост. Пассажиропоток осваивается автобусным транспортом (автобусы, принадлежащие саратовским предпринимателям). Рост пассажиропотока между городами, включение Энгельса в городскую агломерацию обостряют проблему транспортного обслуживания населения городов и создают ограничения для пассажиров как по времени, так и по качеству перевозки (необходимость пересадок). Для решения проблемы предлагается заменить часть автобусов ЛиАЗ с дизельным двигателем троллейбусами с динамической подзарядкой.

Требуется провести экономическое обоснование и сравнение эксплуатации троллейбуса с динамической подзарядкой и автобуса на дизельном топливе.

Для обоснования выбора вида городского транспорта для перевозки пассажиров проведем сравнение рассматриваемых видов транспорта по ряду факторов: экологических, надежности, экономических, скорости, шумового воздействия с целью выявления преимуществ

и недостатков выбранных для анализа видов городского пассажирского транспорта [9, с.16].

Экологические факторы.

В год автобус с дизельным двигателем выбрасывает полторы тонны CO_2 , тонну оксида азота, 500 кг серы и 200 кг твердых микрочастиц. Замена даже одного автобуса на троллейбус скажется на состоянии окружающей среды.

При средней загрузке дорог доля общественного транспорта в потоке – 1,5%, в час пик доля падает до 0,9%. Основное загрязнение воздуха происходит от личных машин. Если убрать все автобусы вообще, на экологию это почти не повлияет. Троллейбус получает энергию от электростанций, которые в свою очередь за год выбрасывают в атмосферу в 1,5 раза больше вредных веществ, чем автобус. Однако ТЭЦ разбросаны по городу, имеют высокие трубы и их выбросы сразу уходят в атмосферу. А выхлопная труба автобуса у самой земли, и человек дышит этими вредными выбросами. Отсюда следует преимущество троллейбуса.

Надежность.

Принято считать, что троллейбус служит в 1,5–2 раза дольше автобуса. Конструкция троллейбуса проще – у него нет трансмиссии, бензобака, громоздкого двигателя, оснащен одним небольшим электромотором [10, с. 117]. Троллейбус проще обслуживать, он дольше работает [11, с. 123–154]. Западные модели эксплуатируются в течение 12 лет. К тому же электричество обходится гораздо дешевле дизельного топлива. Однако единственный оставшийся в стране завод-изготовитель производит троллейбусы, в которых приходится производить некоторые доработки для эксплуатации. Если за год на обслуживание одного автобуса уходит 52 ч, то на один отечественный троллейбус требуется 770 ч. Таким образом, по данному параметру преимущества у автобуса.

Экономические факторы.

Электричество обходится гораздо дешевле дизельного топлива. По официальным данным Мосгортранса, за год автобус сжигает горючего на 900 тыс. руб. Троллейбус расходует электричества только на 500 тыс. руб. Потребление электроэнергии видами городского наземного пассажирского вида транспорта в РФ приведено на рисунке 8.

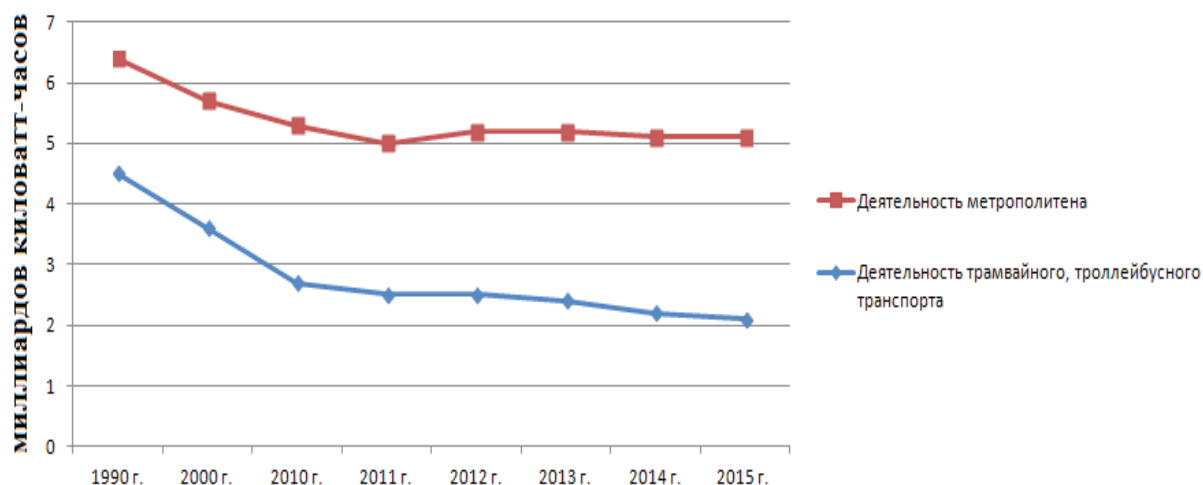


Рисунок 8 – Потребление электроэнергии организациями по видам деятельности транспорта (миллиардов киловатт-часов) ^[2]

Figure 8 – Energy consumption of organizations by transport activity (billions of kilowatt hours) ^[2]

Источник: составлено авторами на основе статистической формы

На обслуживание контактной сети (например г. Москва) в год тратит 766 млн руб., т.е. по 478 тыс. на троллейбус.

Если принять во внимание только прямые расходы на движение, то в год каждый троллейбус обходится на 78 тыс. дорожке. Следовательно, по данному параметру преимущество у автобуса.

Шумовое воздействие.

Новые европейские троллейбусы практически беззвучные – как хорошие электромобили. При качественной шумоизоляции пассажиры в салоне не слышат, что происходит на улице. Тем более посторонних шумов меньше, чем от автобуса. И ход у троллейбуса лучше: коробки передач нет, рывков нет, разгон происходит плавно.

Наша практика показывает, что от российских троллейбусов звуков (60–80 децибел) лишь чуть меньше, чем от новых автобусов (75–85 децибел). Если учесть фоновый шум улицы (75 децибел), то разницы практически никакой. Таким образом, незначительное преимущество троллейбуса.

Скорость.

Проблема городских троллейбусов – старые «стрелки» (там, где провода расходятся в разные стороны). Они «медленные», их надо проезжать со скоростью 5 км/ч. Из-за этого троллейбусы тормозят остальное движение.

На замену стрелок надо больше 1 млрд руб. (пример г. Москвы). «Быстрых» стрелок, которые проезжаются со скоростью 60 км/ч, в стране не делает ни один завод.

У автобусов такие проблемы отсутствуют, им не надо тормозить на перекрестках перед «стрелками», и водитель может разогнаться до 60–80 км/ч. Обычно скорость автобуса ограничена потоком окружающих машин [12].

Еще одно преимущества автобуса – он мобилен, легко может объехать препятствие, в то время как троллейбус вынужден стоять, если перед ним (или с ним) что-то случилось. Значит, по данному параметру приоритет у автобуса.

Несмотря на то что автобус по некоторым составляющим сравнения не имеет над троллейбусом никаких преимуществ: он более «грязный», более шумный, медленнее разгоняется – на автобусные перевозки приходится значительный пассажирооборот, особенно в тех городах и населенных пунктах, где отсутствует альтернативный транспорт. Троллейбус как экологичный, «тихий» вид транспорта, являющийся к тому же частью исторического наследия городов, обладает рядом преимуществ. В нашей стране самая большая троллейбусная сеть. Таким образом, развитие электрического транспорта соответствует мировой тенденции перехода к экологичному транспорту.

На основании использования метода сравнения по ряду составляющих, наиболее значимых для оценки эффективности и принятия решения о выборе вида транспорта, проведем анализ и обобщение преимуществ и недостатков «троллейбус–трамвай», «троллейбус – автобус».

Преимущества троллейбуса по сравнению с трамваем:

- первоначальные затраты на строительство троллейбусной линии значительно меньше, чем трамвайной, так как для пуска троллейбусной линии не требуется вскрытия дорожного полотна, строительства обособленного пути (используется существующая дорожная инфраструктура). Необходимо лишь протянуть воздушную контактную сеть;

- относительно высокая маневренность троллейбуса, хотя и ограниченная контактной сетью;

- резиновые шины троллейбуса имеют лучшее сцепление с дорогой, чем стальные колеса трамвая, что позволяет эксплуатировать его на трассах с большими уклонами;

- дорожное полотно, используемое троллейбусной линией, может использоваться автомобильным транспортом. Движение автотранспорта по трамвайным путям может быть затруднено;

- трамвайные пути требуют трудоемкого ремонта и обслуживания, чего лишена контактная сеть троллейбуса.

Сравнение «троллейбус – автобус».

Преимущества троллейбуса.

Троллейбус отличается важным преимуществом перед автобусом – за счет электродвигателей, имеющих большой КПД, они быстрее разгоняются и могут разогнаться при движении в гору. Это наряду с экологичностью троллейбуса сделало данный вид транспорта особенно выгодным в условиях пересеченной местности, где автобусы трудно преодолевают подъемы, а трамваи не применимы из-за уклонов. Например, всем известна линия Симферополь-Ялта длиной 86 км, по которой налажено стабильное троллейбусное движение. На этой линии применен дополнительный способ повышения надежности энергохозяйства – натянута три провода троллера, питаемых от разных подстанций.

Современные троллейбусы по уровню комфорта не уступают автобусам и даже превосходят их за счет отсутствия запаха бензина и выхлопов в салоне.

Среди других преимуществ троллейбуса: он не загрязняет воздух продуктами сгорания; срок службы троллейбуса больше, чем автобуса; затраты на обслуживание троллейбусного парка меньше, чем на обслуживание автобуса.

Недостатки:

- первоначальные затраты на развертывание троллейбусной сети выше, чем для автобуса;

- троллейбус потребляет больше электроэнергии, чем трамвай;

- провозная способность троллейбуса в среднем ниже, чем у трамвая;

- троллейбус очень чувствителен к состоянию дорожного покрытия и контактной сети, особенно к обледенению контактного провода;

- затруднен обгон одного троллейбуса другим, если это не предусмотрено контактной сетью;

- троллейбус не может менять маршрут, хотя и более гибок в этом отношении, чем трамвай;

- троллейбус опаснее трамвая из-за существования «токов утечки»;

- троллейбус менее экологичен, чем трамвай – при трении колес об асфальт возникает вредная резиновая пыль;

- существует опасность остановки на обесточенном участке на пересечении и троллейбусной стрелке, например при «подрезании» другим транспортом;

- контактная сеть троллейбуса несколько портит облик улиц, особенно в исторических центрах городов.

Основным критерием выбора вида транспорта является экономический фактор. Проведем сравнение экономических показателей троллейбусного транспорта с автобусом и их влияния на экономику города.

Электроэнергия для 1 км пробега троллейбуса стоит примерно 9 руб. (расход электроэнергии для движения троллейбуса – 2 кВт·ч/км). Стоимость 1 кВт·ч для метрополитена по этим данным – 3 руб. Тарифы для юридических лиц выше, поэтому мы взяли примерный тариф для юридических лиц (4 руб. и небольшой запас), получили 4,5 руб. за 1 кВт·ч, соответственно, 9 руб. за километр.

Дизельное топливо для 1 км пробега автобуса стоит примерно 16 руб. (источник госконтракт на аутсорсинг автобусного маршрута в г.Москве). Для расчёта начальной цены контракта брались условия: расход топлива для автобусов БВ 48 л/км (с учётом зимы и т.п.), стоимость литра дизтоплива на тот момент – 34 руб. Итого – 16,32 руб./км.

Технические характеристики ЛиАЗ-5256 городского: тип кузова – несущий, цельнометаллический, вагонной компоновки; колесная формула 4х2 задние; общее число мест (в т.ч. посадочных) – 110 (23); шины – 275/70 R 22,5; максимальная скорость – 90 км/ч; расход топлива (дизельное) – 32 л/100 км; цена (предложения) автобуса 8,7 млн руб.

Технические характеристики троллейбуса ТРОЛЗА-5265 «Мегаполис» приведены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1
ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРОЛЛЕЙБУСА ТРОЛЗА -5265 «МЕГАПОЛИС»
TABLE 1
TECHNICAL CHARACTERISTICS OF THE TROLLEYBUS TROLZA -5265 "MEGAPOLIS"

Параметр	Значение
Габаритные размеры троллейбуса, мм	Длина 11 700; ширина 2 500; высота (с опущенными токоприемниками) 3 410
Высота пола над уровнем проезжей части, мм	360
Пассажироместимость, чел.	100/ мест для сидения 18
Максимальная скорость при полной нагрузке, км/ч	60
Максимальный подъем, преодолеваемый троллейбусом при полной нагрузке, %	15
Время разгона троллейбуса на горизонтальном участке дороги при полной нагрузке до скорости 50 км/ч, с	22
Внутренний шум, дБА:	на рабочем месте водителя 78; в пассажирском салоне 82
Внешний шум, дБА	78
Удельный расход электроэнергии на тягу при скорости сообщения 23 км/ч, Вт ч/ткм	– с учетом рекуперации 105 – без учета рекуперации 125
Цена троллейбуса, млн руб.	18 млн руб.

Источник: составлено авторами на основе статистической формы

Проведем расчет себестоимости 1 км для того и другого видов транспортного средства. Пробег среднесуточный – 168,0 км, пробег за год 53 760 км, объем перевозок пассажиров за сутки 960 чел. (трол.), 720 чел. (авт.). В основе расчетов действующие нормы и нормативы, цены на эксплуатационные и ремонтные ресурсы, действующие на конец ноября в Саратовской области. Величину себестоимости в расчете на 1 км определяем по формулам:

при перевозках автобусами:

$$C_{\text{авт}} = Z_{\text{от}} + Z_{\text{сот}} + Z_{\text{т}} + Z_{\text{см}} + Z_{\text{то и р}} + Z_{\text{ш}} + Z_{\text{то}} + Z_{\text{ам}} + Z_{\text{нр}}, \text{ руб./ км} \quad (1)$$

при перевозках троллейбусами:

$$C_{\text{трол}} = Z_{\text{от}} + Z_{\text{сот}} + Z_{\text{эдр}} + Z_{\text{см}} + Z_{\text{ш}} + Z_{\text{то}} + Z_{\text{ам}} + Z_{\text{скст}} + Z_{\text{стпт}} + Z_{\text{срд}} + Z_{\text{нр}}, \text{ руб./ км} \quad (2)$$

Результаты расчета себестоимости приведены в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2
РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ПО СТАТЬЯМ СЕБЕСТОИМОСТИ, РУБ./КМ.
TABLE 2
CALCULATION RESULTS BY COST ITEMS, RUB / KM.

Статьи себестоимости	Усл. обознач.		Значение Авт.	Значение Трол.
	Авт.	Трол.		
Расходы на оплату труда водителей и кондукторов	$Z_{\text{от}}$	$Z_{\text{от}}$	32, 72	13,56
Отчисления на социальные нужды	$Z_{\text{сот}}$	$Z_{\text{сот}}$	7,18	3,55
Расходы – на топливо для автобусов; – на электроэнергию на движение троллейбусов	$Z_{\text{т}}$	$Z_{\text{эдр}}$	5,32	11,65
Расходы на смазочные и прочие эксплуатационные материалы для автобусов / троллейбусов	$Z_{\text{см}}$		6,48	0,34
Расходы на износ и ремонт шин	$Z_{\text{ш}}$	$Z_{\text{ш}}$	15,46	1,26
Расходы на ТО и ремонт автобусов/троллейбусов	$Z_{\text{то и р}}$	$Z_{\text{то и р}}$	8,14	7,39
Амортизационные отчисления	$Z_{\text{ам}}$	$Z_{\text{ам}}$	19,57	17,67
Расходы на содержание контактно-кабельной сети троллейбуса	–	$Z_{\text{скст}}$	–	2,78
Расходы на содержание тяговых подстанций троллейбуса	–	$Z_{\text{стпт}}$	–	1,03
Расходы на содержание службы движения троллейбуса	–	$Z_{\text{срд}}$	–	0, 38
Накладные расходы	$Z_{\text{нр}}$	$Z_{\text{нр}}$	8,03	5, 55
Итого	$C_{\text{авт}}$	$C_{\text{трол}}$	102, 9	65,16

Источник: составлено авторами на основе статистической формы

Существует множество критериев оценки вариантов перевозки пассажиров, но в каждой конкретной ситуации выбирается тот критерий, который отвечает задачам исследования. Проведем сравнение приведенных затрат троллейбуса с динамической подзарядкой и городского автобуса с дизельным двигателем. Выбор вида транспорта осуществляется по минимуму приведенных затрат, включающих текущие затраты и капитальные вложения в подвижной состав, приведенные к текущим затратам посредством коэффициента эффективности. Вариант выбирается по минимуму приведенных затрат. Блок-схема алгоритма расчета приведенных затрат представлена на рисунке 9.

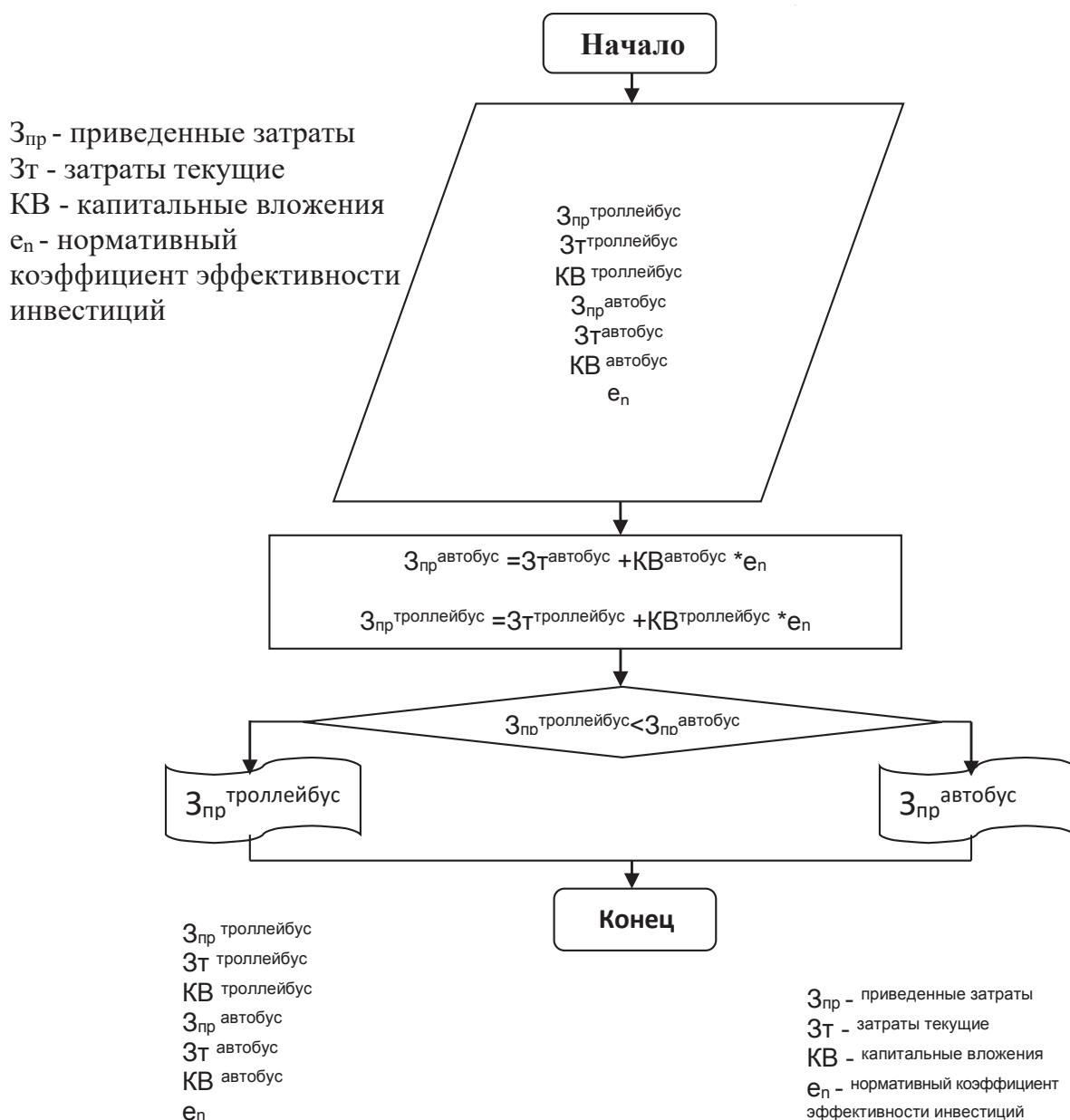


Рисунок 9 – Блок-схема алгоритма выбора вида транспорта на городских пассажирских перевозках

Figure 9 – Block diagram of transport mode algorithm's choosing by urban passenger transportation

Источник: составлено авторами

Согласно расчетам приведенные затраты по троллейбусу составили 7,679 2 млн руб., по автобусу ЛиАЗ 7,794 2 млн руб., что подтверждает гипотезу о выгоде применения троллейбуса с динамической подзарядкой.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведенное сравнение альтернативных видов городского пассажирского транспорта показало, что применение троллейбуса с динамической подзарядкой целесообразно с точки зрения меньшей себестоимости, а также экономии за счет топливной составляющей (при движении на бесконтактном участке сети). Актуальность выполненного исследования соответствует общемировому тренду на оздоровление экологической ситуации мегаполисов. Достаточно сказать, что 91,3% загрязнений воздуха происходит в результате работы автомобильного транспорта, 3,7% – железнодорожного. Автомобиль расходует на 900 км пробега воздуха столько же, сколько человек за год. Основные пути уменьшения вреда от выхлопных газов: замена бензина на газ, спирты, углеводородное топливо не на нефтяной основе, а особенно на электроэнергию и водород, добавки к топливу, электронная система зажигания и т.д. Ограничение потребления дизельного топлива и масел для автобуса определяет экологическую безопасность в будущем. В данном случае это применение троллейбуса с динамической подзарядкой.

Польза полученных результатов для потенциальных потребителей услуг пассажирского транспорта, предоставляемых посредством использования троллейбусов с динамической подзарядкой, состоит в осознании потребителями обостряющейся экологической обстановки, причем ее осознание обществом будет способствовать увеличению сбыта пассажирских услуг с применением дружественного к окружающей среде вида транспорта и тем самым росту объемов продаж услуг пассажирского транспорта при выполнении им социального заказа при соответствующей инфраструктуре [13, с.60–69].

В процессе внедрения на городских маршрутах троллейбусов с динамической подзарядкой решаются следующие стратегические задачи для городской агломерации:

- создается техническая база для организации беспроводного движения троллейбуса на городских маршрутах;
- на троллейбусах формируется система оборудования для подзарядки и движения в автономном режиме независимо от контактной сети;

– область применения таких троллейбусов, хотя в настоящее время и ограничена отсутствием инфраструктуры (зарядных пунктов), но может найти расширенное применение при условии создания сети зарядных пунктов на территории городских агломераций на действующих и перспективных маршрутах городского троллейбусного транспорта.

Предложенные в результате исследования рекомендации по формированию алгоритма выбора и пошаговой инструкции процедуры сравнения вида транспорта, отличающиеся комплексным подходом к оценке показателей эксплуатации и апробированные на примере реального городского маршрута, представляют методический инструментальный менеджерам транспортных управлений и предприятий для обоснования принимаемых решений по альтернативным видам транспорта, экономичным и дружественным к окружающей среде [14, с. 70–77].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Глушкова Ю.О., Гордашникова О.Ю., Пахомова А.В. Влияние фактора времени на транспортное обслуживание международной цепи поставки // Вестник СибАДИ. 2017. № 6(58). С. 23-29. DOI:10.26518/2071-7296-2017-6(58)-23-29
2. Новиков Д., Субботин А. Оптимальное сочетание организационно-управленческих и технико-технологических новаций в логистике // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. 2012. № IV. С. 112-117.
3. Горшенин А.В. Троллейбус как вид пассажирского транспорта: к истории возникновения и развития // Молодой ученый. 2013. №5. С. 580-582. URL <https://moluch.ru/archive/52/6770/> (дата обращения: 05.12.2017).
4. Ребров С.А. Устройство и техническая эксплуатация троллейбусов – изд. 2-е. К.: Будівельник, 1972. С. 21-25.
5. Сафронов К.Э. Методы экономической оценки доступной транспортной инфраструктуры // Вестник экономики, права и социологии. 2011. № 2. С. 70-74.
6. Wyman Oliver. MONDIAL DE L'AUTOMOBILE 2012 / Oliver Wyman. Bilan & d'ifis de l'industrie automobile al'horizon. 2020. 17 Septembre 2012. pp. 117-200.
7. Мухаметова М. Основные тенденции в мировой автомобильной промышленности // РИСК. 2012. № IV-2012. С. 193. С. 189–195.
8. Plotnikov A. N., Plotnikov D. A., Tyurina V. Yu., Slavnetskova L. V., Golubeva S. S., Glushkova Yu. O. Subprime Venture Investment

of Knowledge-Consumptive Enterprises for the Purpose of Design and Commercialization of Hi-Tech Products. // International business management. 2015. Vol. 9 (7). P. 1644-1651.

9. Пономарёв А.А., Иеропольский Б.К. Подвижной состав и сооружения городского электротранспорта. М.: Транспорт, 1981. 274 с.

10. Denisov A., Biniyazov A. Analytical background of the effect of level the oil in the crankcase on its service life and reliability of the engine // Technology and Higher Education. 2015. pp. 123-154.

11. Веклич В.Ф. Диагностирование технического состояния троллейбусов. М.: Транспорт, 1990. 295 с.

12. Баширзаде Р.Р., Глушкова Ю.О., Пахомова А.В. Роль транспортной инфраструктуры в логистике интеграционных объединений // Транспорт: наука, техника, управление. 2017. № 6. С. 50-54.

13. Мочалин С.М., Каспер М.Е. Выбор метода оценки результативности функционирования комплексных систем в теории пассажирских автомобильных перевозок // Вестник СибАДИ. 2018. № 15(1). С. 60-69. DOI:10.26518/2071-7296-2018-1-60-69

14. Толебаева А.Х., Витвицкий Е.Е. Совершенствование оперативного планирования перевозок собственных грузов предприятий мелкими отправлениями в городах // Вестник СибАДИ. 2018. № 15(1). С. 77-87. DOI:10.26518/2071-7296-2018-1-77-87

REFERENCES

1. Glushkova Y.O., Gordashnikova O.Y., Pakhomova A.V. The effect of time on transport services of the international supply chain. Vestnik SibADI, 2017, no. 6(58), pp. 23-29. (In Russ.) DOI:10.26518/2071-7296-2017-6(58)-23-29

2. Novikov D.F. Optimal'noe sochetanie organizacionno-upravlencheskih i tekhniko-tekhnologicheskikh novacij v logistike [The optimal combination of organizational and managerial and technical and technological innovations in logistics]. RISK: Resursy, Informaciya, Snabzhenie, Konkurenciya, 2012, № IV, 2012, pp. 112-117.

3. Transportnaya strategiya Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda. Utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 22 noyabrya 2008 goda N 1734-r [Transport strategy of the Russian Federation for the period up to 2030]

4. Gorshenin A.V. Trolleybus kak vid passazhirskogo transporta: k istorii vozniknoveniya i razvitiya [Trolleybus as a kind of passenger transport: to the history of origin and development]. Molodoj uchenyj, 2013, no. 5, pp. 580-582.

5. Rebrov S.A. Ustrojstvo i tekhnicheskaya ehkspluatatsiya trolleybusov [The device and technical operation of trolleybuses]. Moscow. Budivel'nik, 1972.

6. Safronov K.EH. Metody ehkonomicheskoy ocenki dostupnoj transportnoj infrastruktury [Methods of economic evaluation of accessible transport infrastructure]. Vestnik ehkonomiki, prava i sotsiologii, 2011, no. 2, pp. 70-74.

7. Wyman Oliver. MONDIAL DE L'AUTOMOBILE 2012 / Oliver Wyman. Bilan& d'ifis de l'industrie automobile al'horizon. 2020. 17 Septembre 2012. pp. 117-200.

8. Federalnaya sluzhba gosudarstvennoj statistiki [Yelektronnyi resurs] [Federal Service of State Statistics] [Electronic resource] URL: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/year/year16.pdf (12.02.2018)

9. Muhametova M. Osnovnye tendencii v mirovoj avtomobil'noj promyshlennosti [Major trends in the global automotive industry]. RISK, 2012, no. IV-2012, pp. 189-195.

10. Trolleybusnye goroda Rossii [Yelektronnyi resurs] [Trolleybus cities in Russia] [Electronic resource] URL: [http://trollcity.narod.ru/\(27.12.2017\)](http://trollcity.narod.ru/(27.12.2017))

11. Gorodskoj elektrotransport [Yelektronnyi resurs] [Urban electric transport] [Electronic resource] URL: [http://transphoto.ru/\(12.02.2018\)](http://transphoto.ru/(12.02.2018))

12. Zakrytoe Akcionernoe Obshchestvo «Trolza» [Yelektronnyi resurs] [Closed Joint Stock Company "Trolza"] [Electronic resource] URL: [http://www.trolza.ru/\(12.02.2018\)](http://www.trolza.ru/(12.02.2018))

13. Plotnikov A. N., Plotnikov D. A., Tyurina V. Yu., Slavnetskova L. V., Golubeva S. S., Glushkova Yu. O. Subprime Venture Investment of Knowledge-Consumptive Enterprises for the Purpose of Design and Commercialization of Hi-Tech Products. International business management, 2015, Vol. 9 (7), pp. 1644-1651.

14. Ponomaryov, A.A., Ieropol'skij B. K. Podvizhnoj sostav i sooruzheniya gorodskogo ehlektrotransporta [Rolling Stock and Urban Electric Transport Facilities]. Moscow. Transport, .1981. 274p.

15. Denisov A., Biniyazov A. Analytical background of the effect of level the oil in the crankcase on its service life and reliability of the engine. Technology and Higher Education, 2015, pp. 123-154.

16. Veklich V.F. Diagnostirovanie tekhnicheskogo sostoyaniya trolleybusov [Diagnosis of technical condition of trolleybuses]. Moscow, Transport, 1990. 295 p.

17. Bashirzade R.R., Glushkova Yu.O., Pakhomova A.V. Rol' transportnoj infrastruktury v

logistike integracionnyh ob"edinenij [The role of transport infrastructure in the logistics of integration associations]. *Transport: nauka, tekhnika, upravlenie*, 2017, no. 6. pp. 50-54.

18. Mochalin S.M., Kasper M.E. Evaluating methods' application of complex systems' effectiveness in the automobile passenger transport theory. *Vestnik SibADI*, 2018, no. 15(1), pp. 60-69. (In Russ.) DOI:10.26518/2071-7296-2018-1-60-69

19. A.Kh. Tolebayeva, E.E. Vitvitskiy Sovershenstvovanie operativnogo planirovaniya perevozok sobstvennykh грузов predpriyatij melkimi otpravkami v gorodakh [Operational planning improvement of enterprises goods' carriage by small shipments in the cities]. *Vestnik SibADI*, 2018, no. 15(1), pp. 77-87. DOI:10.26518/2071-7296-2018-1-77-87

Поступила 11.04.2018, принята к публикации 25.06.2018.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Конфликт интересов отсутствует.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Глушкова Ю.О. – кандидат экономических наук, доц. кафедры «Экономическая безопасность и управление инновациями», ФГБОУ ВО «СГТУ имени Гагарина Ю.А» (410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77, e-mail: Balomasova@mail.ru).

Пахомова А.В. – кандидат экономических наук, проф. кафедры «Экономическая безопасность и управление инновациями», ФГБОУ ВО «СГТУ имени Гагарина Ю.А» (410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77).

Асоян А.Р. – доктор технических наук, проф. кафедры «Организация перевозок, безопасность движения и сервис автомобилей», ФГБОУ ВО «СГТУ имени Гагарина Ю.А» (410054, г. Саратов, ул. Политехническая, д. 77).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Glushkova Yu. O. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department "Economic Security and Innovation Management", Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin (410054 Russia, e-mail: Balomasova@mail.ru).

Pahomova A.V. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Economic Security and Innovation Management Department, Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin.

Asoyan A. R. – Doctor of Economic Sciences, Professor of the Transport Organization, Traffic Safety and Car Service Department, Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin.

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Глушкова Ю.О. – Расчет себестоимости перевозок пассажиров; блок-схема алгоритма расчета приведенных затрат.

Пахомова А.В. – Введение, модель процесса сравнения эффективности эксплуатации троллейбуса с динамической подзарядкой и автобуса городского типа.

Асоян А.Р. – Графики динамики показателей пассажирского транспорта, характеристика транспортных средств, характеристика экологических данных по транспортным средствам.

AUTHOR CONTRIBUTION

Glushkova Yu.O. – Calculation of the cost of passengers' transportation; block scheme of the calculating algorithm for offered costs.

Pahomova A.V. – Introduction, model of the process of efficiency comparison in operation of trolley with dynamic recharging and city bus.

Asoyan A.R. – Graphs of the passenger transport indicators' dynamic, characteristics of vehicles, characteristics of environmental data on vehicles.