

Научная статья
УДК 656
DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-4-444-457>
EDN: GVVSBЕ



СРАВНЕНИЕ РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ И ТРУДОЁМКОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ ТРОЛЛЕЙБУСОВ И АВТОБУСОВ

А. В. Колин, П. В. Рыбаков*

Российский университет транспорта (МИИТ),
г. Москва, Россия

alex5959@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8206-1656>

rybakov.sc@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-4554-013X>

*ответственный автор

АННОТАЦИЯ

Введение. Троллейбусы и автобусы – основной вид безрельсового общественного транспорта. В данной статье подробно разобраны факторы, влияющие на себестоимость перевозок, в части технического обслуживания и ремонта подвижного состава. Основная цель данного исследования – это сравнение значений трудоёмкости по техническому обслуживанию и ремонту троллейбусов и автобусов и выявление причин, влияющих на разницу в значениях трудоёмкости обслуживания и ремонта троллейбусов и автобусов.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: 1. Проведён анализ руководств по эксплуатации, инструкций по обслуживанию и ремонту, действовавших в соответствующие периоды эксплуатации, для троллейбусов (ЗИУ-9, БКМ-321, ПКТС 6281) и автобусов (ЛиАЗ-677, МАЗ-103, МАЗ-203). Анализ и сравнение были произведены для транспортных средств трёх условных поколений: 1970–1990 гг., 2000 и 2010 гг. 2. Определены причины, влияющие на разницу в значениях трудоёмкости обслуживания и ремонта автобусов и троллейбусов. 3. Сформулированы предложения по внесению изменений в Приказ № 351 Министерства транспорта РФ.

Обсуждение и заключение. Произведено сравнение значений трудоёмкостей выбранных транспортных средств. Даны рекомендации по изменению значений трудоёмкости по обслуживанию и ремонту троллейбусов в сравнении с автобусами, устанавливаемых Приказом Министерства транспорта РФ № 351, при расчёте начальной минимальной цены контракта на обслуживание пассажиров троллейбусами и автобусами.

Оригинальность. Произведено сравнение трудоёмкости выполнения операций по техническому обслуживанию и ремонту троллейбусов и автобусов в разрезе видов оборудования и для транспортных средств разных технических поколений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: троллейбус, автобус, трудоёмкость выполнения операций, техническое обслуживание, ремонт

Статья поступила в редакцию 23.06.2023; одобрена после рецензирования 17.08.2023; принята к публикации 30.08.2023.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах. Конфликт интересов отсутствует.

Для цитирования: Колин А. В., Рыбаков П. В. Сравнение ремонтпригодности и трудоёмкости выполнения операций по техническому обслуживанию и ремонту троллейбусов и автобусов // Вестник СибАДИ. 2023. Т. 20, № 4 (92). С. 444–457. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-4-444-457>

© Колин А. В., Рыбаков П. В., 2023



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

Origin article
DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-4-444-457>
EDN: GVVSB

REPAIRABILITY AND LABOUR INTENSITY COMPARISON FOR TROLLEYBUSES AND BUSES MAINTENANCE AND REPAIR OPERATIONS

Aleksei V. Kolin, Pavel V. Rybakov*

Russian University of Transport (MIIT),
Moscow, Russia

alex5959@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8206-1656>

rybakov.sc@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-4554-013X>

*corresponding author

ABSTRACT

Introduction. Trolleybuses and buses are the main type of railless public transport. This article examines the factors affecting the cost of transportation, in terms of maintenance and repair of rolling stock in detail. The main purpose of this study is to compare the values of labour intensity for maintenance and repair of trolleybuses and buses and to identify the reasons that affect the difference in the values of labour intensity for maintenance and repair of trolleybuses and buses.

Materials and methods. To achieve this goal, the following tasks were solved: 1. The analysis of operating manuals, maintenance and repair instructions, valid during the corresponding periods of operation, for trolleybuses (ZIU-9, BKM-321, PKTS 6281) and buses (LiAZ-677, MAZ-103, MAZ-203) was carried out. The analysis and comparison were made for vehicles of three conditional generations: the 1970s - 1990s, 2000s and 2010s. 2. The reasons influencing the difference in the values of labour intensity of maintenance and repair of buses and trolleybuses are determined. 3. Proposals to amend Order No. 351 of the Ministry of Transport of the Russian Federation have been formulated.

Discussion and conclusion. The comparison of the values of the labour intensity of the selected vehicles was made. The recommendations on changing the labor intensity values for maintenance and repair of trolleybuses in comparison with buses, established by Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation No. 351, when calculating the initial minimum price of the contract for passenger service by trolleybuses and buses are given.

Originality. The comparison of the complexity of performing maintenance and repair operations of trolleybuses and buses in the context of types of equipment and for vehicles of different technical generations is made.

KEYWORDS: trolleybus, bus, labour intensity of operations, maintenance, repair

The article was submitted 23.06.2023; approved after reviewing 17.08.2023; accepted for publication 30.08.2023.

The authors have read and approved the final manuscript.

Financial transparency: the authors have no financial interest in the presented materials or methods. There is no conflict of interest.

For citation. Colin A. V., Rybakov P. V. Repairability and labour intensity comparison for trolleybuses and buses maintenance and repair operations. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2023; 20 (4): 444-457. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-4-444-457>

© Colin A. V., Rybakov P. V., 2023



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

ОПРЕДЕЛЕНИЯ:

Планово-предупредительная система ремонтов транспортных средств – система, предусматривающая проведение ремонтов, предупреждающих возникновение технических неисправностей.

Техническое обслуживание транспортного средства – плановый профилактический осмотр и замена расходных комплектующих с целью поддержания работоспособности транспортного средства.

Ремонт транспортного средства – комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности транспортного средства.

Ремонтопригодность – свойство транспортного средства, характеризующее его приспособленность к восстановлению работоспособного состояния после отказа или повреждения.

СОКРАЩЕНИЯ:

БК – группа транспортных средств, характеризующихся определенными габаритами в части длины (большой класс транспортных средств – длина от 10 до 16 м включительно).

ОБК – группа транспортных средств, характеризующихся определенными габаритами в части длины (особо большой класс транспортных средств – длина более чем 16 м).

ТУАХ – троллейбус с увеличенным автономным ходом.

ВВЕДЕНИЕ

Троллейбусы и автобусы являются основными видами безрельсового общественного пассажирского транспорта в городах России и стран СНГ. Во внутригородском сообщении в 2021 г. в РФ троллейбусами было перевезено 808 млн пассажиров, автобусами 8 054 млн пассажиров (метрополитеном – 2 680 млн пассажиров, трамваями – 992 млн пассажиров)¹.

В первой половине 20-го столетия в крупнейших городах СССР, включая Москву, Ленинград, Киев, троллейбус получил опережающее развитие по сравнению с автобусами.

А вплоть до конца 1990-х годов открывались новые троллейбусные системы и новые троллейбусные линии в городах, где троллейбус уже эксплуатировался.

Можно выделить следующие причины, по которым отдавались предпочтения троллейбусным перевозкам, а не использовались автобусы:

- вплоть до 1960-х годов промышленность СССР не выпускала автобусы большой вместимости (с длиной кузова более 9,5 м), тогда как троллейбусы, начиная с модели МТБ-82 (1940–1950 гг.), имели большую вместимость;

- троллейбусы при определённой интенсивности движения обеспечивали существенную экономию эксплуатационных расходов;

- троллейбусы не создавали эмиссию вредных веществ в зоне непосредственного вдыхания воздуха человеком;

- троллейбусный транспорт придавал городу дополнительный статус^{2,3,4}.

В период с 2010 по 2023 г. в ряде городов России от троллейбуса полностью отказались (Архангельск, Курган, Благовещенск, Тверь, Белгород, Кострома). В августе 2020-го прекратила существовать и самая крупная троллейбусная система в мире – Московская.

Причинами отказа от троллейбусов обычно называют высокий уровень износа троллейбусной инфраструктуры и отсутствие экономической целесообразности их эксплуатации по сравнению с автобусами. В связи с этим возникает интерес к экономике эксплуатации автобусов и троллейбусов. С одной стороны, троллейбусы являются более энергоэффективными. КПД троллейбусов вместе с системой тягового электроснабжения выше, чем у автобусов, отсутствует холостой ход работы двигателей (что существенно для городских условий перевозок), а стоимость энергоносителя ниже [1, 2].

Так, например, в Санкт-Петербурге, по отчётным данным, расходы на топливо автобусов предприятия ГУП «Пассажиравтотранс» в первом полугодии 2022 г. составили 195 руб. на 1000 место-км транспортной работы (13,5% от общих расходов), а расходы на электроэнергию, потребляемую троллейбусами ГУП

¹ Федеральная служба государственной статистики. Основные показатели транспортной деятельности в России [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Transport_2022.pdf. (дата обращения: 20.05.2023)

² Розалиев В. В., Егоров М. В. История московского троллейбуса (1933–2003). М.: Мосгортранс, 2003. 296 с.

³ Бодня О. Ю., Лысянский Р. В., Мартианов В. Е., Трамвай, троллейбус и Краснодар: история развития электротранспорта в столице Кубани (XX- начало XXI в.). Краснодар: Традиция, 2012. 331 с.

⁴ Чапчаев В. В., Черноусов Ф. Г., Шаляпин Д. В., Клепикова Т. А. 90 лет с любимым городом: К юбилею регулярного автобусного движения в Санкт-Петербурге. СПб: Типография «Любавич», 2016. 324 с.

«Горэлектротранс», за тот же отчётный период составили 128 руб. (5,2%) на 1000 место-км.

С другой стороны, на содержание системы тягового электроснабжения и контактной сети требуются дополнительные расходы, которых нет при автобусных перевозках⁴.

Расходы на фонд оплаты труда водителей, прочие расходы сопоставимы между собой.

Другими составляющими эксплуатационных расходов, в которых троллейбус потенциально может показывать себя более экономичным по сравнению с автобусом, – это амортизация подвижного состава (зависит от стоимости машины и срока службы) и расходы на техническое обслуживание и ремонт. Троллейбусы имеют больший срок службы [1], поэтому расходы на амортизацию у них ниже. Остановимся теперь подробно на вопросе стоимости технического обслуживания и ремонта троллейбусов и автобусов. Доля расходов на техническое обслуживание и ремонт подвижного состава в общих расходах на эксплуатацию городского пассажирского транспорта составляет примерно 10%.

В соответствии с Приказом № 351 Министерства транспорта Российской Федерации от 21.12.2021⁵ для троллейбусов рекомендованы большие значения трудоёмкости по обслуживанию и ремонту машин по сравнению с автобусами. Так, для автобусов большого и очень большого класса предусмотрены значения, соответственно, – 13,3 и 19,1 ч/1000 км пробега, а для троллейбусов большого и очень большого класса – 25 и 30 ч/1000 км пробега, для трамваев большого и очень большого

класса – 20 и 26 ч/1000 км пробега. В пересчёте на годовой пробег транспортного средства (около 60 тыс. км) это составит для автобусов большого класса 798 чел.-ч в год, а для троллейбусов – 1500 чел.-ч, то есть на ремонт и обслуживание троллейбусов изначально закладывается практически вдвое больше времени, чем на ремонт и обслуживание автобуса.

Базовые стоимости запасных частей и материалов в расчёте на 1 км пробега для автобусов БК и ОБК рекомендуются соответственно 6,4 и 8,6 руб./км, для троллейбусов БК и ОБК – 12,6 и 16,0 руб./км, а для трамваев БК и ОБК – 17,0 и 22,0 руб./км.

Для электробусов подобные нормативы не установлены, но в целом электробус довольно близок по своему конструктивному исполнению к троллейбусу.

Данные цифры говорят о том, что троллейбус – технически более сложная и менее ремонтпригодная машина по сравнению с автобусом. Так ли это на самом деле?

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Авторами проведён подробный анализ трудозатрат на техническое обслуживание и ремонт троллейбусов и автобусов на основе действовавших в соответствующие периоды эксплуатации инструкций^{6,7,8,9,10,11}.

Для сравнения трудозатрат ремонтов и обслуживания подвижного состава общественного транспорта выделено условно три поколения: 1) 1980–2000 гг., 2) 2000–2010 гг., 3) 2010–2020 гг. Для каждого поколения выбраны близкие по характеристикам троллейбус и автобус.

⁵ Об утверждении Порядка определения начальной максимальной цены контракта, а также цены контракта, заключаемого с единственным поставщиком (подрядчиком, исполнителем), при осуществлении закупок в сфере регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным и городским электрическим транспортом и городским наземным электрическим транспортом: приказ № 351 Министерства транспорта Российской Федерации от 21.12.2021 г.

⁶ Технология ежедневного технического обслуживания, первого технического обслуживания, второго технического обслуживания и сезонного технического обслуживания автобусов МАЗ-101, МАЗ-103, МАЗ-103С, МАЗ-104, МАЗ-104С (пост канавный)/ Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь. Белорусский научно-исследовательский институт транспорта «Транстехника» (БелНИИТ «Транстехника»). Минск. 2002.

⁷ Технологический процесс технического обслуживания троллейбуса МАЗ-203 (пост канавный) / Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь. Республиканское унитарное предприятие. Белорусский научно-исследовательский институт транспорта «Транстехника» (БелНИИТ «Транстехника»). Минск. 2022.

⁸ Троллейбус пассажирский низкопольный ПКТС-6281 «Адмирал». Руководство по эксплуатации. Том 2, часть 1. ООО ПК «Транспортные системы», Москва, 2020, 220 с.

⁹ Технологический процесс ежедневного, первого, второго и сезонного технического обслуживания троллейбуса АКМ 321 (пост канавный)/ Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь. Республиканское унитарное предприятие. Белорусский научно-исследовательский институт транспорта «Транстехника» (БелНИИТ «Транстехника»). Минск, 2006.

¹⁰ Автобус ЛиАЗ-677М. Руководство по эксплуатации. М., Транспорт, 1979. 213 с., с ил., табл.

¹¹ Троллейбус пассажирский ЗиУ-682Г-01. Руководство по эксплуатации. Энгельс, АО «Тролза», 1999. 291 с.

Таблица 1

Характеристика отдельных троллейбусов и автобусов трёх сформированных поколений

Источник: составлено авторами.

Table 1

Characteristics for separate trolleybuses and buses of three formed generations

Source: compiled by the authors.

Поколение	Модель ТС	Годы эксплуатации СССР-РФ	Количе-ство мест: для сидения (макси-мальное)	Срок службы, год ^Λ	Количество обслуживаний по их видам в течение года в среднем за срок службы, ед. (числитель), межремонтные пробеги, тыс. км (знаменатель)				
					ЕО *	ТО-1000	ТО-1	ТО-2	СО
3	Троллейбус ПКТС-6281	2015 –н.в.	27 (118)	18	274		$\frac{17}{3}$	$\frac{3}{20}$	2
	Автобус МАЗ-203	2005 –н.в.	25 (110)	10	274	1	$\frac{2}{15}$	$\frac{2}{30}$	2
2	Троллейбус БКМ-321	2000-н.в.	26 (115)	18	274		$\frac{17}{3}$	$\frac{3}{18}$	2
	Автобус МАЗ-103	1997 –н.в.	28 (110)	10	274		$\frac{4}{10}$	$\frac{2}{30}$	2
1	Троллейбус ЗИУ-682Г	1972 –н.в.	25 (125)	18	274		$\frac{32}{1,6}$	$\frac{7}{9}$	2
	Автобус ЛиАЗ-677М	1969 –2009	28 (102)	10	274		$\frac{17}{2,8}$	$\frac{4}{14}$	2
*- количество ежедневных обслуживаний определено в соответствии с коэффициентом выпуска подвижного состава 0,75. Средний годовой пробег транспортных средств принят равным 60 000 км Λ- срок службы уточняется региональными органами власти в зависимости от местных условий в соответствии с ФЗ № 220 от 13.07.2015									

В таблице 1 представлены общие характеристики анализируемых модификаций троллейбусов и автобусов и количество обслуживаний по видам: ЕО – ежедневное обслуживание, ТО-1, ТО-2 – техническое обслуживание первого и второго объёмов, ТО-1000 – техническое обслуживание по пробегу 1000 км, СО – сезонное обслуживание.

Трудозатраты, приведенные в статье, определены с учётом частоты выполнения операций и не являются нормативными, так как рассчитаны для конкретного значения годового

пробега (60 тыс. км), выбранной оснащённости зон обслуживания ремонтного предприятия и т.п.

Инструкции, на основании которых проводился анализ, обычно разрабатываются по факту разработанной и принятой технологии.

С целью подробного анализа для троллейбусов и автобусов выделены следующие группы оборудования:

- 1) экипажная часть;
- 2) тормозная система и рулевое оборудование;

3) двигатель внутреннего сгорания (ДВС) и его системы, трансмиссия (только у автобусов);

4) тяговое электрооборудование – тяговый электродвигатель, высоковольтные цепи, преобразователи и силовые системы управления тягой, токоприёмники (только у троллейбусов);

5) вспомогательное электрическое оборудование (низковольтные цепи, аккумулятор-

ные батареи для собственных нужд, генератор собственных нужд, освещение и др.);

6) кузов, салон, системы жизнеобеспечения.

В таблице 2 представлен перечень операций, которые проводятся с троллейбусами и автобусами соответственно при ЕО, ТО-1, ТО-2, СО.

Таблица 2

Перечень операций, выполняемых при ЕО, ТО-1, ТО-2, СО по видам оборудования

Источник: составлено авторами.

Table 2

List of operations performed at the DM, M-1, M-2, SM by type of equipment

Source: compiled by the authors.

№ категории	Перечень основных выполняемых операций
Экипажная часть	(ЕО) Визуальная проверка состояния колёс и узлов тормозной системы, проверка работы картера (у автобусов), проверка двигателя и редукторов на наличие посторонних шумов. (ТО-1) Диагностика карданных валов, ступиц, мостов, амортизаторов и др. (ТО-2) Стендовая диагностика колёс передней оси. Проверка состояния мостов, амортизаторов, карданных валов, болтов и затяжки гаек фланцевых соединений. (СО) Замена масел и смазок на сорта, соответствующие наступающему сезону эксплуатации, подготовка аппаратов пневмосистемы подвески к наступающему сезону эксплуатации
Тормозная система и рулевое оборудование	(ЕО) Визуальная проверка герметичности пневматического тормозного оборудования и давления воздуха, исправности рулевого управления и свободного хода рулевого колеса. (ТО-1) Проверка исправности рулевого механизма, герметичности тормозной системы, реактивных штанг на предмет отсутствия механических повреждений, уровня масла в бачке гидроусилителя рулевого управления. (ТО-2) Стендовая диагностика тормозных систем и механизмов. Проверка состояния рулевых тяг, рулевой колонки, пневмосистемы. (СО) Замена масел и смазок на сорта, соответствующие наступающему сезону эксплуатации, подготовка аппаратов пневмосистемы тормозного оборудования к наступающему сезону эксплуатации
ДВС и его системы, трансмиссия (только для автобусов)	(ЕО) Проверка уровня масла в ДВС и гидромеханической передаче, визуальная проверка уровня и цвета охлаждающей жидкости, датчика уровня топлива (при необходимости дозаправка). (ТО-1) Проверка подвески силового агрегата и его систем, герметичности соединений трубопроводов, засорённости фильтрующего элемента воздушного фильтра (при необходимости замена), качества работы гидромеханической передачи. (ТО-2) Стендовая диагностика ДВС и его систем. (СО) Работы по ДВС и его системам, пополнение бака топливом сезонной марки.
Тяговое электрооборудование (только для троллейбусов)	(ЕО) Визуальная проверка величины тока утечки, состояния крышевого оборудования. (ТО-1) Проверка автоматического выключателя, состояния тягового электродвигателя, моторовводной панели, основной изоляции высоковольтных цепей. Удаление пыли и грязи с изоляторов основной и дополнительной ступеней всех аппаратов и панелей. (ТО-2) Стендовая диагностика величины тока утечки. Проверка состояния крышевого оборудования, контейнеров с электрооборудованием, состояния контактов и контакторов. Обслуживание электродвигателя. (СО) Доводка плотности электролита аккумуляторных батарей до необходимых параметров, зарядка, подзарядка батарей (для ТУАХов)

№ категории	Перечень основных выполняемых операций
Вспомогательное электрическое оборудование и низковольтные цепи	(ЕО) Проверка наличия и состояния предохранителей на низковольтных цепях, работы внешних световых приборов, функционирования приборов световой и звуковой сигнализации, контрольно-измерительных приборов, контрольных ламп, стеклоочистителей и омывателей ветрового стекла. (ТО-1) Проверка и исправление ошибок в работе электронных систем в зависимости от комплектации транспортного средства. (ТО-2) Проверка состояния элементов по позициям ТО-1 и замена при необходимости. Проверка и исправление ошибок в работе электронных систем в зависимости от комплектации транспортного средства. (СО) Подготовка системы отопления и электрического оборудования к наступающему сезону эксплуатации
Кузов, салонные системы жизнеобеспечения	(ЕО) Производство уборочно-моечных работ. Проверка исправности дверей, работы отопителей, комплектность автобуса или троллейбуса. (ТО-1) Проверка укомплектованности транспортного средства предметами экипировки, наличия загрязнений воздушных каналов системы вентиляции, работы отопителей, исправности кузовных элементов. (ТО-2) То же что и при ТО-1. (СО) Подготовка системы отопления, проверка герметичности кузова и утепления кабины водителя (при переходе к осенне-зимнему сезону); проверка наличия и исправности огнетушителей

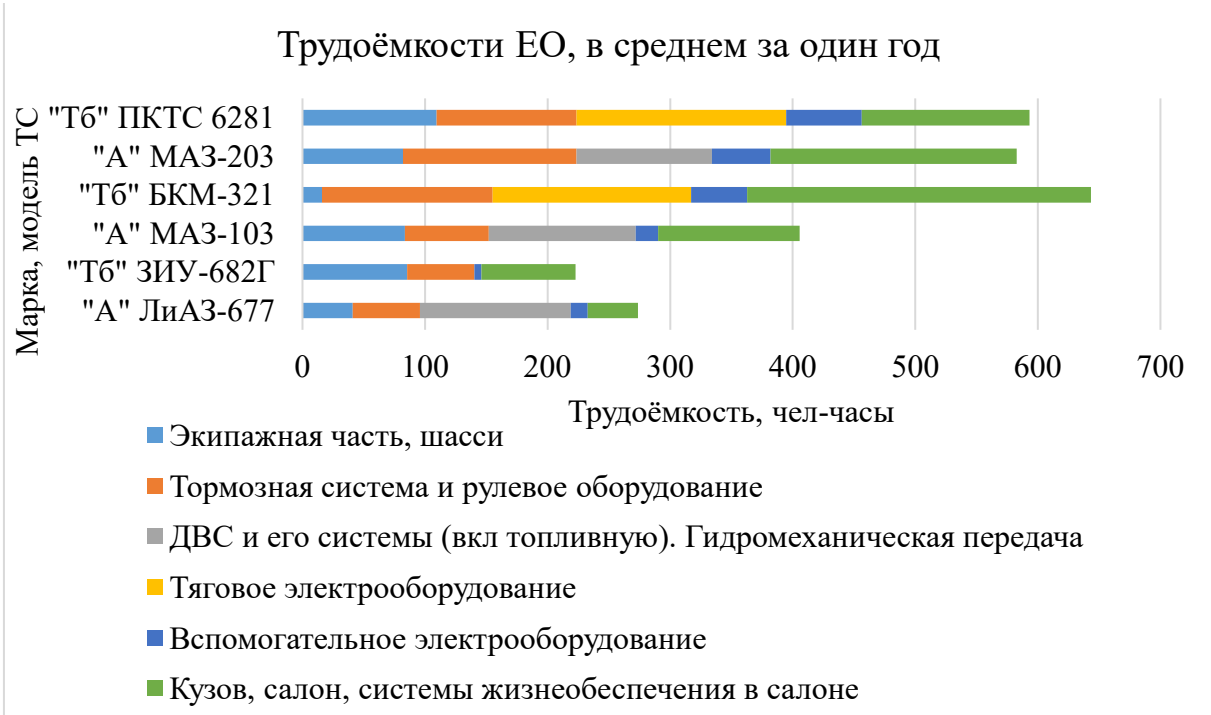


Рисунок 1 – Средние значения трудоёмкости по ЕО за год
Источник: составлено авторами.

Figure 1 – Average labour intensity values for daily maintenance per year
Source: compiled by the authors.

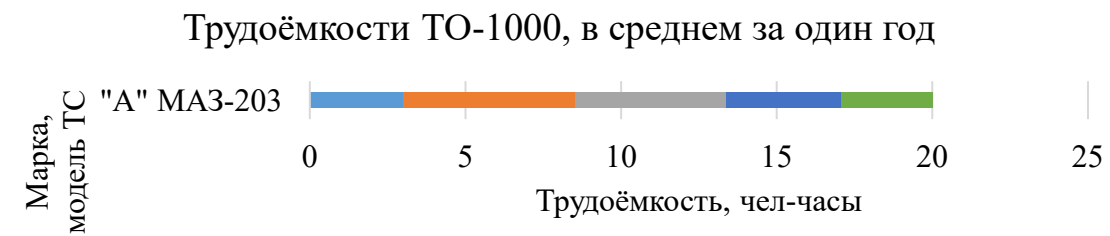


Рисунок 2 – Средние значения трудоёмкости по ТО-1000 за год (условные обозначения см. на рисунке 1)
Источник: составлено авторами.

Figure 2 – Average labour intensity values for technical maintenance-1000 per year (see the legend in Figure 1)
Source: compiled by the authors.

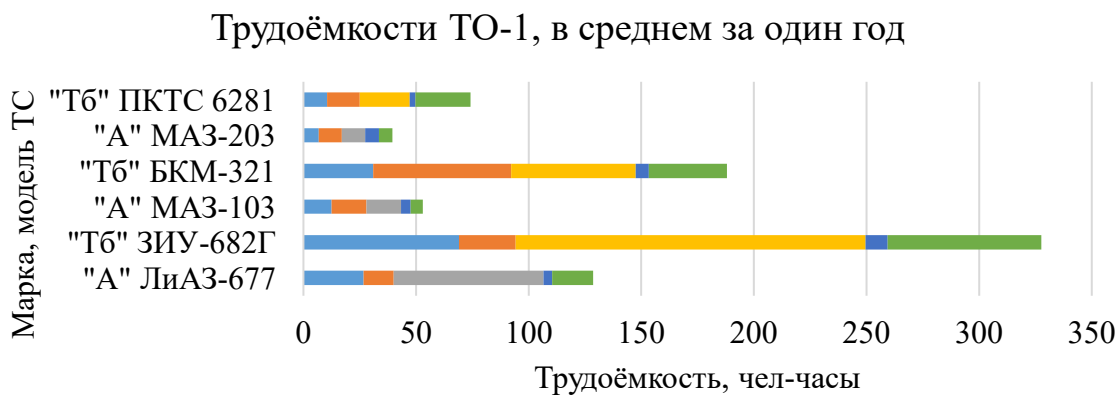


Рисунок 3 – Средние значения трудоемкости ТО-1 за год (условные обозначения см. на рисунке 1)
Источник: составлено авторами.

Figure 3 – Average values of labour intensity for maintenance-1 per year (see the legend in Figure 1)
Source: compiled by the authors.

На рисунках 1, 2, 3, 4, 5 показаны значения трудозатрат в чел.-ч по видам оборудования на выполнение соответственно ЕО, ТО-1, ТО-2, ТО-1000 и СО. На рисунке 6 показаны общие трудозатраты за год (средние в течение срока службы) по обслуживанию троллейбусов и автобусов по видам оборудования.

Как видно из рисунка 1, большие затраты трудоёмкости приходятся на категорию оборудования «кузов, салон, системы жизнеобеспечения» за счёт отдельных трудоёмких операций.

ТО-1000 присутствует только у одного выбранного ТС ввиду норм обслуживания ДВС, его систем и отдельных узлов.

Трудоёмкости ТО-2, в среднем за один год

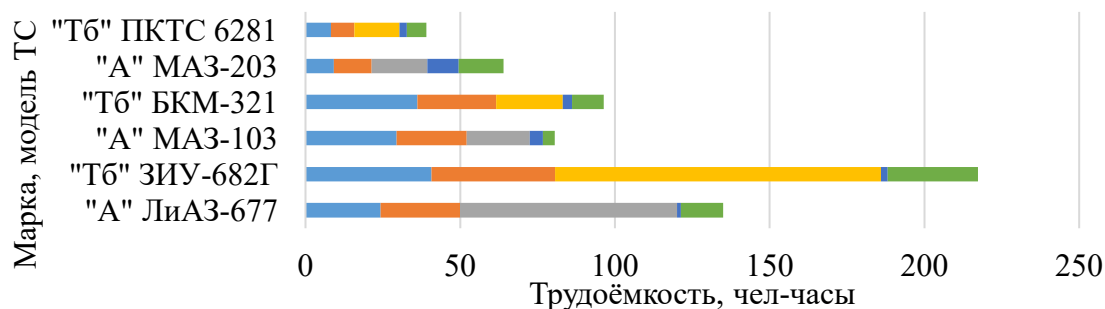


Рисунок 4 – Средние значения трудоёмкости ТО-2 за год (условные обозначения см. на рисунке 1)
Источник: составлено авторами.

Figure 4 – Average values for the labour intensity of maintenance-2 per year (see the legend in Figure 1)
Source: compiled by the authors.

Трудоёмкости СО, в среднем за один год

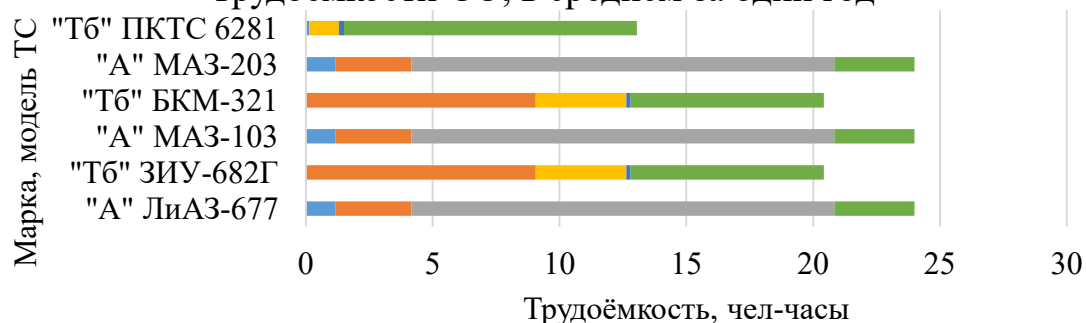


Рисунок 5 – Средние значения трудоёмкости СО за год (условные обозначения см. на рисунке 1)
Источник: составлено авторами.

Figure 5 – Average values of the labour intensity of meson maintenance per year (see the legend in Figure 1)
Source: compiled by the authors.

Как видно из рисунка 3, одна из трудоёмких категорий обслуживания – это обслуживание тягового электрооборудования у троллейбуса ЗиУ-682Г. Высокая трудоёмкость обусловлена несовершенством конструкции и частотой производимых обслуживаний ТО-1 и ТО-2, которая больше, чем у современных троллейбусов БКМ-321 и ПКТС-6281 [3, 4].

Рисунок 5 показывает трудоёмкости сезонных обслуживаний за год. Значения трудоёмкостей выбранных ТС не имеют больших отличий друг от друга. Это связано с малым перечнем операций, выполняемых при пере-

ходе к летнему или зимнему периоду эксплуатации ТС.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В процессе исследования значений трудоёмкостей каждой операции в каждом виде обслуживания и ремонта было выявлено, что одни и те же операции у разных транспортных средств имеют разные трудоёмкости [5]. Ввиду идентичности сравниваемых узлов и их элементов можно сделать вывод об отличиях в технической оснащённости ремонтных депо и парков¹² [6, 7]. Так, например, операция

¹² Приказчиков К. Н. Направления развития производственно-технической базы пассажирского автотранспорта крупных городов // Проблемы и перспективы развития региональной инфраструктуры. Сборник по результатам международной научно-практической конференции 15 апреля 2014 г. СГТУ имени Гагарина Ю. А. С. 112 – 121.

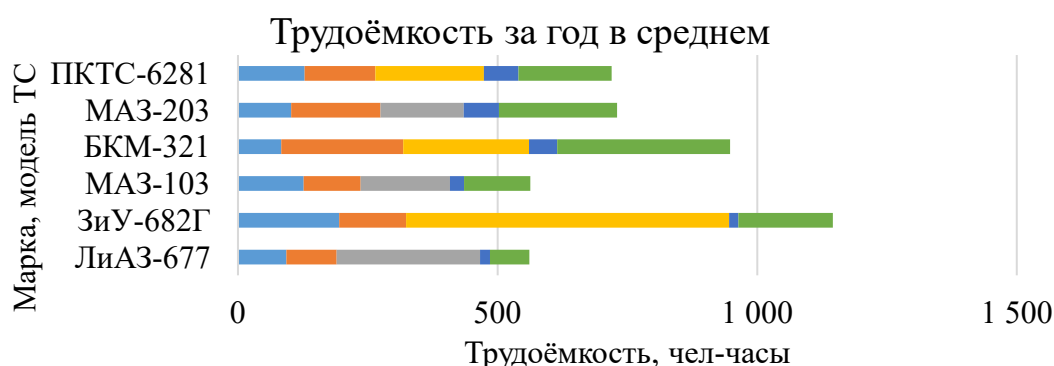


Рисунок 6 – Средние значения трудоёмкости за год по всем видам обслуживания, вместе взятым (условные обозначения см. на рисунке 1)
Источник: составлено авторами.

Figure 6 – Average labour intensity values for the year for all types of services taken together (see the legend in Figure 1)
Source: compiled by the authors.

в ТО-2 «Очистить аккумуляторную батарею от пыли, грязи и следов электролита, прочистить вентиляционные отверстия в крышках аккумуляторной батареи, проверить крепление контактов наконечников проводов с выводами АКБ и смазать их» занимает 7 чел.-мин у автобуса МАЗ-103 и 14 чел.-мин у автобуса МАЗ-203. Технологии технического обслуживания МАЗ-103 (2003 г.) и МАЗ-203 (2022 г.) разработаны Белорусским научно-исследовательским институтом транспорта «Транстехника» (БелНИИТ «Транстехника»). Что касается данной операции, можно сделать вывод о том, что отличия в трудоёмкостях из-за норм и технологий выполнения, так как отличия в конструкциях рассматриваемого узла минимальны.

Как видно из рисунков 1, 2, 3, 4, 5, 6, при переходе от поколения к поколению суммарные трудозатраты сокращались. Так, например, для троллейбусов первого и третьего поколений трудозатраты сократились с 1150 чел.-ч на одну машину в год до 720 чел.-ч в год, а для автобусов увеличились с 560 до 730 чел.-ч в год.

Согласно таблице 1 и рисункам 1-6 можно сделать вывод о том, что трудозатраты по каждому виду обслуживания зависят от значений межремонтного пробега.

При этом в 1970–1980 гг. разрыв по трудозатратам на обслуживание между автобусами и троллейбусами был фактически двукратным, а к 2010 годам разрыв практически исчез.

В первом поколении транспортных средств трудозатраты на обслуживание тягового элек-

трооборудования у троллейбусов составляли 622 чел.-ч в год, а трудозатраты на обслуживание ДВС и топливной системы у автобусов составляли около 276 чел.-ч в год. В третьем поколении транспортных средств трудозатраты по обслуживанию тягового оборудования у троллейбусов составляют 209 чел.-ч в год, а у автобусов – 160 чел.-ч в год.

На величину трудозатрат технического обслуживания подвижного состава влияют следующие факторы:

- сложность технического устройства подвижного состава;
- применяемое техническое оборудование для диагностики и ремонта подвижного состава, уровень механизации и автоматизации процессов проведения технического обслуживания и ремонтов подвижного состава;
- качество администрирования регламента выполняемых работ (культура обслуживания подвижного состава);
- порядок нормирования работ по техническому обслуживанию и ремонту подвижного состава (наличие завышенных или заниженных требований к обслуживанию отдельных узлов или к транспортному средству в целом).

Для троллейбусов ввиду их особой статусности по сравнению с автобусами во времена существования СССР были характерны более высокие эксплуатационные требования, и в связи с этим троллейбусы отличались более высокой надёжностью, что в свою очередь вызывало необходимость в более тщательном техническом обслуживании. Вместе с тем троллейбусы были более уязвимы к условиям

движения. Для них требовались идеальные условия для токосъёма, исключение автономного движения без привязки к контактной сети, что, с одной стороны, требовало идеально ровной проезжей части, с другой стороны – на самих машинах применялась улучшенная амортизация кузова, дополнительные резервные системы торможения. Другими словами, троллейбус ЗиУ-682 вынужденно технически более сложная и более надёжная машина в сравнении с автобусом ЛиАЗ-677 того же поколения и требовала дополнительного ухода.

Так, троллейбус ЗиУ-682 при общей схожести с автобусом ЛиАЗ-677 по таким элементам как кузов, элементы подвески, органы рулевого управления, был более сложной и тяжёлой машиной и имел более сложную систему торможения. Из-за этого норма слойности шин у троллейбусов составляла 18 против 16 у автобусов.

На троллейбусе применялись четыре тормозные системы: рабочая (с пневматическим двухконтурным приводом), запасная (функции выполняет один из контуров рабочей системы), вспомогательная (электродинамическая – за счёт тягового электродвигателя) и стояночная (механический привод, воздействующий на тормозные механизмы задних колёс). У автобуса тормозные системы были следующими: рабочая (пневматическая двухконтурная), которая действует на все колёса, стояночная (механическая), которая действует только на задние колёса и запасная тормозная система (выполняет один из контуров рабочей системы).

В процессе эволюционирования с 1990 по 2010 г., производимые в РФ и РБ троллейбусы и автобусы технически усовершенствовались¹³. Вместе с тем значительно повысились требования к надёжности работы автобусов 2,4^{14,15} [8, 9, 10].

Так, на троллейбусах сильно изменилось тяговое электрооборудование. Вместо коллекторных тяговых электродвигателей (КТЭД) и реостатно-контакторных систем управления

(РКСУ) применяются асинхронные тяговые электродвигатели (АТД) и преобразователи (транзисторы). А ведь именно на очистку и обслуживание щёточно-коллекторных узлов КТЭД и контакторов РКСУ приходились самые значительные трудозатраты. Коллекторы нужно было прочищать салфеткой, смоченной в уайт-спирте (авиабензине), а зачистка и шлифовка коллектора осуществлялась стеклянной шкуркой при помощи специальных деревянных оправок. После шлифовки и очистки коллектора нужно было удалить угольную пыль волосистой щёткой. Коллектору нужно было иметь отполированную и чистую поверхность с отсутствием следов чёрного налёта или подгара. Но частая очистка коллектора могла одновременно стать причиной повышенного износа коллектора и щёток 3.¹⁶

На автобусах значительно улучшились параметры двигателей внутреннего сгорания. В них увеличилась степень сжатия топливовоздушной смеси, что повысило их производительность, усовершенствованы системы подачи топлива и кривошипно-шатунный механизм [11]. Однако к сокращению трудозатрат в обслуживании это не привело, так как одновременно были повышены требования по технической надёжности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель, которая была обозначена в научной статье, достигнута за счёт решения задач. Ниже перечислены причины, влияющие на разницу в значениях трудоёмкости обслуживания и ремонта автобусов и троллейбусов:

1. Развитие троллейбусного движения в СССР и РФ/СНГ было обусловлено экономическими и экологическими факторами, а также придавало дополнительную статусность городам [12, 13]. Троллейбус долгое время (примерно до начала 2000-х годов) был технически более совершенной и надёжной машиной в сравнении с автобусом и требовал за собой большего ухода [14, 15].

¹³ Силовые агрегаты ЯМЗ-236НЕ2, ЯМЗ-236НЕ, ЯМЗ-236Н, ЯМЗ-236БЕ2, ЯМЗ-236БЕ, ЯМЗ-236Б. Руководство по эксплуатации. ОАО «Автодизель», Ярославль, 2013. 398 с.

¹⁴ Лучкина К. С., Калмыков Б. Ю. Совершенствование сертификационных испытаний автобусов // Перспективы науки – 2016: материалы III Международного заочного конкурса научно-исследовательских работ, Казань, 29 апреля 2016 года. Том 3. Казань: ООО «Рocketsa Союз», 2016. С. 141 – 146.

¹⁵ Атаманов Ю. Е. Сафонов А. И. Троллейбус. Теория, конструирование, расчет, Минск, Ураджай, 1999. 342 с

¹⁶ Кот Е. Н., Рынкевич С. А., Семченков С. С. Состояние и перспективы систем наземного городского электрического транспорта Беларуси // Организация и безопасность дорожного движения: материалы XIII Национальной научно-практической конференции с международным участием, Тюмень, 19 марта 2020 года. Тюмень, Тюменский индустриальный университет. 2020. С. 372 – 377.

2. Трудоёмкость технического обслуживания и ремонта автобусов и троллейбусов зависит не только от их технического устройства¹⁷, но и от культуры, порядка нормирования и качества администрирования таких работ [11, 16, 17].

3. Техническая эволюция троллейбусов и автобусов в период с 1990 по 2010 г. позволила сделать эти машины технически совершенными и ремонтпригодными, кардинально сократить трудозатраты на их техническое обслуживание и ремонт. Вместе с тем требования по технической надёжности автобусов приблизились к аналогичным требованиям для троллейбусов, в результате чего разница в трудоёмкости обслуживания и ремонта троллейбусов и автобусов исчезла. Если годовые трудозатраты на техническое обслуживание и ремонт автобусов и троллейбусов в 1980-е годы составляли соответственно 1150 и 550 чел.-ч в год, то для современных транспортных средств они практически не отличаются и составляют примерно 700 чел.-ч.

4. Используемые в Приказе Минтранса РФ № 321 нормы трудозатрат по обслуживанию и ремонту троллейбусов и автобусов, а также по расходу запасных частей и комплектующих, являются устаревшими (рассчитаны на устаревшие модели транспортных средств, массово выходящих из эксплуатации) и нуждаются в актуализации. Так, для троллейбуса значение по трудозатратам должно быть уменьшено примерно на 45%. Аналогично следует пересмотреть и расход материалов, используемых при техническом обслуживании и ремонте. Такая актуализация повысит расчётные экономические преимущества троллейбуса в сравнении с автобусами.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Глушкова Ю.О., Пахомова А.В., Асоян А.Р. Сравнение экономической эффективности эксплуатации троллейбуса и автобуса с учетом экологического фактора. *Вестник СибаДИ*. 2018;15(3):372 – 389. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2018-3-372-389>

2. Блудян Н. О., Певная А. А., Уваров Б. О. Перспективы развития электрических автобусов // *Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ)*. 2020. № 3 (62). С. 19 – 24.

3. Шавкун В. М. Исследование влияния эксплуатационных факторов на параметры нагружения силового электрооборудования троллейбусов // *Символ науки: международный научный журнал*. 2015. № 11 – 1. С. 64 – 67.

4. Старикова А. Г., Ганичев А. И., Тычков А. С. Повышение эксплуатационной надёжности работы тягового привода троллейбуса АКМ-321 // *Наука и образование транспорта*. 2022. № 1. С. 119 – 122.

5. Денисов А.С., Феклин Е.В., Игнатов А.В. Влияние уровня специализации производства на эффективность технического сервиса и безопасность эксплуатации автобусов. *Вестник СибаДИ*. 2022;19 (5): 666 – 679. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-5-666-679>

6. Феклин Е. В. Повышение эффективности технического сервиса автобусов формированием централизованных специализированных производств // *Грузовик*. 2022. № 9. С. 22 – 26.

7. Денисов А. С., Приказчиков К. Н. Влияние периодичности, объема и качества технического обслуживания на затраты на обеспечение работоспособности автобусов // *Мир транспорта и технологических машин*. 2015. № 3. С. 17 – 24.

8. Пашукевич С. В. Образование и влияние сажи на моторные масла. *Вестник СибаДИ*. 2023; 20 (2): 248 – 259. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-2-248-259>. EDN: ZPHNOZ

9. Корнеев С. В., Пашукевич С. В., Бакулина В. Д., Певнев Н. Г. Загрязнение моторных масел при зимней эксплуатации автомобилей. *Вестник СибаДИ*. 2022;19 (5): 680 – 691. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-5-680-691>

10. Колин А. В. Троллейбус, автобус или электробус? // *Транспорт Российской Федерации*. 2018. № 3 (76). С. 38 – 42.

11. Сулейманов Э. С., Умеров Э. Д., Менасанова С. Э. Анализ изменения затрат на обеспечение работоспособности автобусов в зависимости от качества технического обслуживания // *Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета*. 2023. № 1 (79). С. 173 – 179.

12. Абрамян С. К. Голубкина К. В. История развития троллейбусного движения в Новороссийске (часть 1) // *Вопросы истории*. 2021. № 12-2. С. 164 – 169.

13. Абрамян С. К., Голубкина К. В. История развития троллейбусного движения в Новороссийске (Часть 2) // *Вопросы истории*. 2021. № 12 – 3. С. 102-107.

14. Орлов В. А. Диспетчерское управление городским транспортом. Троллейбусы и трамваи // *Вестник транспорта*. 2020. № 9. С. 37 – 39. EDN ICDXIT.

¹⁷ Денисов А. С., Кайданов Б. А., Феклин Е. В., Приказчиков К. Н. Совершенствование технического состояния пассажирского подвижного состава как составляющей городской агломерацией // *Эффективность технической эксплуатации и автосервиса транспортных и технологических машин: Сборник научных статей по материалам III Международной научной конференции*, Саратов, 14 апреля 2017 года. Саратов: Государственное автономное учреждение дополнительного профессионального образования «Саратовский областной институт развития образования». 2017. С. 26 – 29.

15. Мухаметова М. Основные тенденции в мировой автомобильной промышленности // РИСК. 2012. № IV – 2012. С. 193. С. 189 – 195.

16. Тузов Н. С. Попов Е. В. Техническая подготовка производства технического обслуживания и ремонта автобусов – основа эффективности // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. 2019. № 1 – 3. С. 216 – 220.

17. Мальцев Д. В. Пестриков С. А. Определение оптимальной периодичности технического обслуживания автобусов // Мир транспорта. 2018. Т. 16, № 2 (75). С. 96 – 105.

REFERENCES

1. Glushkova Yu.O., Pahomova A.V., Asoyan A.R. Comparison of economic effectiveness between trolley and bus operation process according to ecological factor. The Russian Automobile and Highway Industry Journal. 2018; 15 (3): 372 – 389. (In Russ.) <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2018-3-372-389>

2. Bludjan, N. O., Pevnaja A. A., Uvarov B. O. Perspektivy razvitiya jelektricheskikh avtobusov [Prospects for the development of electric buses]. Vestnik Moskovskogo avtomobil'no-dorozhnogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta (MADI). 2020; 3 (62): 19 – 24. (In Russ.)

3. Shavkun V. M. Issledovanie vlijaniya jekspluatacionnykh faktorov na parametry nagruzheniya silovogo jelektroroborudovaniya trollejbusov [Investigation of the influence of operational factors on the loading parameters of power electrical equipment of trolleybuses]. Simvol nauki: mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal. 2015; 11 – 1: 64 – 67. (In Russ.)

4. Starikova A. G., Ganichev A. I., Tychkov A. S. Povyshenie jekspluatacionnoj nadezhnosti raboty tjagovogo privoda trollejbusa AKSM-321 [Improving the operational reliability of the traction drive of the AXM-321 trolleybus]. Nauka i obrazovanie transportu. 2022; 1: 119 – 122. (In Russ.)

5. Denisov A. S., Feklin E. V., Ignatov A. V. Influence of production specialisation level on efficiency of technical service and safety of buses operation. The Russian Automobile and Highway Industry Journal. 2022; 19 (5): 666 – 679. (In Russ.) <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-5-666-679>

6. Feklin E. V. Povyshenie jeffektivnosti tehnikeskogo servisa avtobusov formirovaniem centralizovannykh specializirovannykh proizvodstv [Improving the efficiency of technical service buses by the formation of centralized specialized industries]. Gruzovik. 2022; 9: 22 – 26. (In Russ.)

7. Denisov A. S., Prikazchikov K. N. Vlijanie periodichnosti, ob'ema i kachestva tehnikeskogo obsluzhivaniya na zatraty na obespechenie rabotosposobnosti avtobusov [The influence of periodicity, volume and quality of maintenance on the costs of ensuring the operability of buses]. Mir transporta i tehnologicheskikh mashin. 2015; 3: 17 – 24. (In Russ.)

8. Pashukevich S. V. Soot formation and effect on engine oils. The Russian Automobile and

Highway Industry Journal. 2023; 20 (2): 248 – 259. (In Russ.) <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-2-248-259>. EDN: ZPHHOZ

9. Korneev S. V., Pashukevich S. V., Bakulina V. D., Pevnev N. G. Contamination of engine oils during winter vehicle operation. The Russian Automobile and Highway Industry Journal. 2022; 19 (5): 680 – 691. (In Russ.) <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-5-680-691>

10. Kolin A. V. Trollejbus, avtobus ili jelektrobus? [Trolleybus, bus or electric bus?]. Transport Rossijskoj Federacii. 2018; 3 (76): 38 – 42. (In Russ.)

11. Sulejmanov Je. S. Umerov Je. D., Menasanova S. Je. Analiz izmenenija zatrat na obespechenie rabotosposobnosti avtobusov v zavisimosti ot kachestva tehnikeskogo obsluzhivaniya [Analysis of changes in the costs of ensuring the operability of buses depending on the quality of maintenance]. Uchenye zapiski Krymskogo inzhenerno-pedagogicheskogo universiteta. 2023; 1 (79): 173 – 179. (In Russ.)

12. Abramjan S. K. Golubkina K. V. Istorija razvitiya trollejbusnogo dvizheniya v Novorossijske (chast' 1) [History of trolleybus traffic development in Novorossiysk (Part 1)]. Voprosy istorii. 2021; 12 – 2: 164-169. (In Russ.)

13. Abramjan S. K., Golubkina K. V. Istorija razvitiya trollejbusnogo dvizheniya v Novorossijske (Chast' 2) [History of trolleybus traffic development in Novorossiysk (Part 2)]. Voprosy istorii. 2021; 12-3: 102 – 107. (In Russ.)

14. Orlov V. A. Dispetcherskoe upravlenie gorodskim transportom. Trollejbusy i tramvai [Dispatching management of urban transport. Trolleybuses and trams]. Vestnik transporta. 2020; 9: 37 – 39. EDN ICDXIT. (In Russ.)

15. Muhametova M. Osnovnye tendencii v mirovoj avtomobil'noj promyshlennosti [The main trends in the global automotive industry]. RISK. 2012; № IV-2012: 193. 189 – 195. (In Russ.)

16. Tuzov N. S. Popov E. V. Tehnicheskaja podgotovka proizvodstva tehnikeskogo obsluzhivaniya i remonta avtobusov - osnova jeffektivnosti [Technical preparation of production of maintenance and repair of buses - the basis of efficiency]. Dal'nij Vostok: problemy razvitiya arhitekturo-stroitel'nogo kompleksa. 2019; 1 – 3: 216-220. (In Russ.)

17. Mal'cev D. V. Pestrikov S. A. Opredelenie optimal'noj periodichnosti tehnikeskogo obsluzhivaniya avtobusov [Determining the optimal frequency of bus maintenance]. Mir transporta. 2018; Т. 16. № 2 (75): 96 – 105. (In Russ.)

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Колин А.В. Поиск и анализ руководств по эксплуатации приведенных транспортных средств. Детализация трудоёмкостей операций по каждому виду ремонта и обслуживания. Выявление причин, влияющих на разницу в значениях трудоёмкости обслуживания и ремонта троллейбусов и автобусов.

Рыбаков П.В. Анализ руководств по эксплуатации приведенных транспортных средств. Оформление материала.

COAUTHORS' CONTRIBUTION

Aleksei V. Kolin. Search and analysis of the operating manuals for the above vehicles. Detailing the complexity of operations for each type of repair and maintenance. Identification of the reasons affecting the difference in the values of labour intensity of trolleybuses and buses maintenance and repair.

Pavel V. Rybakov. Analysis of the operating manuals for the above vehicles. The layout of the article.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Колин Алексей Валентинович – начальник центра «Научно-образовательный центр (НКТИ)», старший преподаватель кафедры «Управление транспортным бизнесом и интеллектуальные системы», УТБиИС Российского университета транспорта (МИИТ). SPIN-код: 5721-8320.

Рыбаков Павел Валерьевич – инженер центра «Научно-образовательный центр (НКТИ)», ассистент кафедры «Управление транспортным бизнесом и интеллектуальные системы», УТБиИС Российского университета транспорта (МИИТ). SPIN-код: 4822-3515.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Aleksei V. Kolin. Head of the Scientific and Educational Center (NKTI), Senior Lecturer of the Transport Business Management and Intelligent Systems Department, Russian University of Transport (MIIT). SPIN-код: 5721-8320.

Pavel V. Rybakov. Engineer of the Scientific and Educational Center (NKTI), Assistant of the Transport Business Management and Intelligent Systems Department, Russian University of Transport (MIIT). SPIN-код: 4822-3515.