

Научная статья
Статья в открытом доступе
УДК 67.02
doi: 10.30987/2782-5957-2024-5-62-69

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ РЕМОНТА И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ ДАЛЬНЕГО СООБЩЕНИЯ

Андрей Сергеевич Шинкарук✉

Российский университет транспорта (МИИТ), Москва, Россия
Shinkarukas@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8462-8465>

Аннотация

Рассмотрены существующие системы проведения технического обслуживания и планово-предупредительного ремонта пассажирского подвижного состава курсирующего в дальнем пассажирском сообщении со скоростями движения до 140 км/ч. Определены перспективные направления для их совершенствования. Предложена комбинированная система ремонта, предусматривающая установление равномерного захода подвижного состава на позиции единой технической ревизии и планово-предупредительного ремонта без учета его пробега. Замена элементной базы при достижении критериев по пробегу осуществляется на ремонтно-экипировочных путях или специально оборудованных позициях за время технической подготовки подвижного состава в пункте формирования. Пред-

ложенная система в сравнении с существующими позволяет снизить потребность проведения депоовского ремонта; затрат на проведение плановых ремонтов вагонов, время нахождения вагонов в нерабочем парке, а также обеспечить возможности дополнительной эксплуатации вагона на эксплуатационной стадии жизненного цикла. Также, предлагаемая система позволяет регламентировать периодичность замены элементной базы пассажирских вагонов с назначенным сроком службы 40 лет, включив их в обязательные требования для необходимой периодической замены при капитальном ремонте вагона с кратностью в 5 лет.

Ключевые слова: пассажирский вагон, обслуживание, ремонт, ресурс, эффективность, использование.

Ссылка для цитирования:

Шинкарук А.С. Совершенствование системы ремонта и технического обслуживания пассажирских вагонов дальнего сообщения / А.С. Шинкарук // Транспортное машиностроение. – 2024. - № 5. – С. 62-69. doi: 10.30987/2782-5957-2024-5-62-69.

Original article
Open Access Article

IMPROVEMENT OF THE REPAIR SYSTEM AND MAINTENANCE OF LONG-DISTANCE PASSENGER CARS

Andrey Sergeevich Shinkaruk✉

Russian University of Transport MIIT), Moscow, Russia.
Shinkarukas@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8462-8465>

Abstract

The existing systems of maintenance and scheduled preventive maintenance of passenger rolling stock used for long-distance passenger traffic with speeds up to 140 km/h are considered. Promising areas for their improvement are identified. A combined repair system is proposed, which provides a uniform approach of the rolling stock to the position of a single technical audit and scheduled preventive maintenance

without taking into account its mileage. The replacement of the element base, when the mileage criteria are met, is carried out on repair and equipment tracks or specially equipped positions during the technical preparation of the rolling stock at the initial point. The proposed system, in comparison with existing ones, reduces the need for depot repairs; the cost of carrying out scheduled repairs of cars, the time spent by cars in an

idle fleet, and also provides opportunities for additional operation of the car at the operational stage of the life cycle. Also, the proposed system allows regulating the frequency of the element base replacement of passenger cars with a designated service life of 40 years, in-

Reference for citing:

Shinkaruk AS. Improvement of repair system and maintenance of long-distance passenger cars. Transport Engineering. 2024;5:62-69. doi: 10.30987/2782-5957-2024-5-62-69.

Введение

Пассажирский подвижной состав является важнейшей составляющей в организации перевозочного процесса на железнодорожном транспорте, осуществляющий перевозку пассажиров между крупными населенными городами и агломерациями связывающие их с отдаленными, в том числе, труднодоступными малонаселенными пунктами нашей страны и ряда сопредельных государств.

Основная функция пассажирского сообщения состоит в эффективном использовании перевозочных средств (пассажирских вагонов) при безусловном обеспечении безопасности движения и эксплуатации, личной безопасности пассажиров и работников транспортной отрасли в совокупности с точным выполнением расписания и графика движения.

Основные задачи пассажирского сообщения состоят в удовлетворении потребностей населения в передвижении, обеспечения комфортных условий проезда, а также высококачественного обслуживания в пути следования. Для обеспечения поставленных задач важно обеспечить состояние каждой единицы подвижного состава в технически исправном состоянии для обеспечения комфортных условий для пассажира, а также достигнуть наилучший экономический баланс для собственника вагона и перевозчика. Для этого рассматриваются различные модельные системы проведения технического обслуживания и планово-предупредительного ремонта (далее ТОиР) в целях более эффективного использования подвижного состава и его обеспечения в наиболее востребованные периоды.

Исходя из прогноза роста пассажирооборота к 2030 году до 231 млрд. пасс.-км. [1] вопрос эффективности использова-

cluding them in the mandatory requirements for the necessary periodic replacement during capital repairs of the car every 5 years.

Keywords: passenger car, maintenance, repair, resource, efficiency, use.

ния пассажирских подвижного состава курсирующий в дальнем сообщении является приоритетным. Так, прогнозируемый объем перевозок является основой для планирования программ проведения ТОиР, нормирования трудозатрат, расхода запасных частей и материалов, себестоимости, а также минимизации нахождения его в нерабочем парке. Таким образом, система ТОиР представляет собой стандарт в области эффективного использования техническими ресурсами подвижного состава на эксплуатационном этапе жизненного цикла.

Существующая система технического обслуживания и планово-предупредительного ремонта пассажирского подвижного состава осуществляется на основании требований подзаконных актов [2, 3, 4], в которых регламентированы календарная и периодичности проведения регламентных работ по пробегу в зависимости от условий эксплуатации. Однако после выхода в 2011 году приказа Минтранса № 15 [3], в котором установлены требования по периодичности проведения ТОиР на системной основе, вагоностроителями разрабатываются новые модели подвижного состава, в элементную базу которых включаются все более совершенные и надежные системы, совершенствуется процесс технического диагностирования наиболее ответственных узлов и деталей, что позволяет определять зарождение нештатной их работы на ранней стадии и повышать надежность вагонов при их использовании.

В Правилах технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации [4] регламентировано, что эксплуатируемый на железнодорожном транспорте подвижной состав должен проходить пла-

ново-предупредительные виды ремонта, техническое обслуживание и содержаться в исправном техническом состоянии в сроки, установленные ремонтной и эксплуатационной документацией. Следовательно вопрос изменения периодичности проведения ТОиР пассажирского подвижного состава решается во взаимодействии заинтересованных сторон, то есть между собственником и изготовителем подвижного состава.

Принцип проведения ТОиР пассажирских вагонов построен на достижении каждой единицы, вне зависимости от технического состояния вагона, периодов по пробегу или календарных. В то же время увеличение интенсивности эксплуатации подвижного состава приводит к его отвлечению из использования с необходимостью передислокации на специализированное вагоноремонтное предприятие и обратно, что в итоге снижает эффективность его использования на эксплуатационной стадии жизненного цикла. Вместе с тем, в процессе ремонта выполнение ряда регламентных работ приводит к замене, в принципе нормально функционирующего оборудования, в том числе, влияющего на безотказное состояние элементной базы подвижного состава в процессе его дальнейшей эксплуатации (установка более старой, но отремонтированной элементной базы, взамен демонтированного, более нового, в процессе разборки вагона). Ряд фактически годных деталей заменяют в связи с необходимостью проведения с ними регламентных ремонтных работ, что приводит к увеличению простоя вагонов в нерабочем парке, затратам на их ремонт и обратную постановку.

Усовершенствованная система ремонта и технического обслуживания пассажирских вагонов дальнего сообщения

Существующая система ТОиР пассажирского подвижного состава обеспечивает высокую безопасность движения с сокращением случайных задержек из-за технических неисправностей, в сравнении с системой ремонта по их фактическому техническому состоянию (по потребности). Но для высокой эффективности ис-

Кроме того, возникают дополнительные риски нарушения технологии в случае отсутствия необходимого количества материалов и запасных частей или при сбоях в процессе поставки. При проведении ремонта ряд современных систем жизнеобеспечения не требует при проведении значительных трудозатрат в процессе нахождения вагона на ремонтных позициях, при этом можно ограничиться процедурой проведения диагностической проверки, что, в принципе, исключает необходимость в использовании сложного стационарного деповского диагностического оборудования и позволяет осуществить данные процедуры на ремонтно-экипировочных путях пункта формирования. Примером данного оборудования является система высоковольтного преобразователя вагонов с централизованной энергосистемой для вагонов с назначенным сроком службы 40 лет.

Таким образом, в настоящее время созданы предпосылки для реализации инициатив по совершенствованию системы ТОиР пассажирского подвижного состава с поддержанием оборудования в технически исправном состоянии и изменением существующей системы ТОиР (по пробегу и календарной наработке) и переходом на комбинированную.

Реализация данного перехода позволит обеспечить сокращение эксплуатационных затрат на дополнительную передислокацию подвижного состава из пунктов назначения на вагоноремонтное предприятие и обратно, а также снизит потребность проведения ремонтных работ для оборудования, не достигшего порога перехода элементной базы вагона к пороговому и критическому критериям.

пользования вагонов в эксплуатационной деятельности, снижения периода времени на проведение плановых ремонтов, более рационального использования остаточного ресурса элементной базы вагона,кладываемого производителями при внедрении более совершенных и надежных элементов, развития мониторинговых диагности-

ческих систем в режиме реального времени, появляются основания для совершенствования существующей системы ТОиР с внесением изменений в ранее разработанные нормативные требования.

Исходными для научного обоснования изменения периодичности системы ТОиР могут быть в основном статистические данные об использовании пассажирского подвижного состава и выявленных неисправностях и отказах систем в процессе его использования. Для этого определяются базовые узлы и элементы, от работоспособности которых зависит безотказная эксплуатация пассажирского вагона в целом, обеспечение его проследования по маршруту в соответствии с графиком движения. Элементы группируются по наработкам на отказ и трудоемкости работ для них восстановления, что дает возможность обосновать оптимальную периодичность проведения работ по ремонту и техническому обслуживанию пассажирского вагона.

За основные критерии оптимизации системы с учетом отказов принимаются минимальные пороги затрат на единую техническую ревизию и соответствующий планово-предупредительный ремонт, максимальное использование пассажирских вагонов в эксплуатационной деятельности и иные сопутствующие показатели. Совокупность периодичности и видов ТОиР образуют ремонтный цикл, имеющий соответствующую периодичность и структуру. Поэтому проводимые исследования позволяют осуществить изменение периодичности ТОиР пассажирских вагонов за счет контроля учитываемых норм по пробегу и мониторинга изменения фактического состояния в процессе использования каждого вагона, для выполнения чего он оборудуется системами технического диагностирования наиболее ответственных узлов и агрегатов. В результате появляется объективная возможность анализировать глубину зарождения отказа при следовании вагона по маршруту, а по прибытии его в пункт формирования или оборота - оперативно устранить неисправность в процессе подготовки вагона. Таким образом, предлагаемая модель перехода эле-

ментной базы из исправного в неисправное состояние путем сплошного мониторинга позволяет изменить периодичность проведения ТОиР для пассажирских вагонов.

Перспективность выполнения данного изменения периодичности ТОиР подтверждается проводимыми работами по повышению надежности в процессе использования пассажирских вагонов и увеличению сроков проведения технического обслуживания от обязательного проведения при каждом прибытии вагона в пункт формирования до установления в настоящее время пробега 10 тыс. км, для вагонов моделей 61-4523, 61-4524 и 61-4525 [5] с перспективной его увеличения до 20 тыс. км.

Наряду с этим, а также увеличением пробега пассажирских вагонов из-за уменьшения парка вагона вследствие естественной убыли по достижении нормативного срока службы и ростом интенсивности использования за последние годы на 15%, целесообразность поиска новых решений по повышению эффективности использования основных средств пассажирских компаний является весьма актуальной.

Для устранения возникающих проблем на структурных предприятиях АО «ФПК» проводятся работы по внедрению мониторинговых систем диагностики элементной базы подвижного состава в режиме реального времени, что дает возможность осуществлять дальнейшие шаги перехода от существующей системы ремонта в комбинированную.

Суть комбинированной системы ремонта заключается в установлении равномерного захода подвижного состава на позиции единой технической ревизии (далее ТО-3) и планово-предупредительного ремонта (далее ЕТР и ППР) без учета его пробега. Замена элементной базы при достижении критериев по пробегу осуществляется на ремонтно-экипировочных путях или специально оборудованных позициях за время технической подготовки подвижного состава в пункте формирования.

Таким образом, периодичность комбинированной системы ЕТР и ППВ разделяется на 48 равных промежутков с интер-

валом 10 месяцев (для вагонов с назначенным сроком службы 40 лет), а вагонам с назначенным сроком службы 28 лет на 28 равных ежегодных интервалов с периодичностью 12 месяцев.

Для вагонов с назначенным сроком службы 40 лет проводятся 2 обслуживания в объеме ТО-3 между проведением плановых ремонтов. Таким образом, на эксплуатационной стадии жизненного цикла данного типа подвижного состава формируются следующие обязательные ремонты и обслуживания: ЕТР – 32 раза; деповской ремонт – 8; капитальный ремонт в объеме КР-1 – 8; капитальный ремонт в объеме КР-2 – 1 (рис. 1). Для вагонов с назначенным сроком службы 28 лет показатели проведения единой технической ревизии составит по количеству 18; деповских ремонтов (ДР) – 5; капитальных ремонтов

КР-1 – 3 и капитального ремонта КР-2 – 1 (рис. 1). При сравнении предлагаемой системы технического обслуживания и планово-предупредительного ремонта с существующей можно отметить, что при существующей системе отвлечение вагонов для проведения им единой технической ревизии и планово-предупредительного ремонта для вагонов с назначенным сроком службы 28 лет, но с учетом недостижения нормативных пробегов до плановых видов ремонта (соответственно фактические пробеги между ЕТР будут менее 250 тыс. и 300 тыс. км соответственно, а также общие пробеги между плановыми ремонтами менее 500 тыс. и 600 тыс. км) (рис. 2) пробеги составят аналогичные периоды, как и в предлагаемой (комбинированной) системе ремонта.

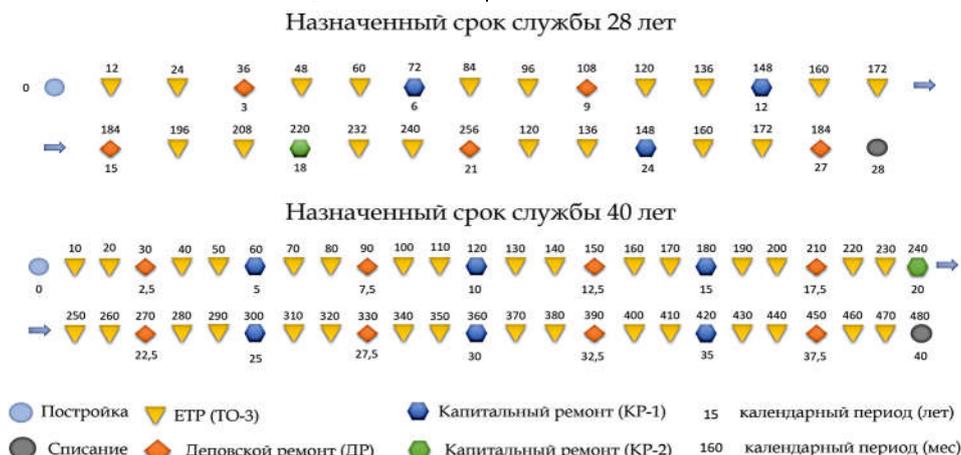


Рис. 1. Комбинированная система ЕТР и ППР

Fig. 1. Combined system of unified technical audit and scheduled preventive maintenance

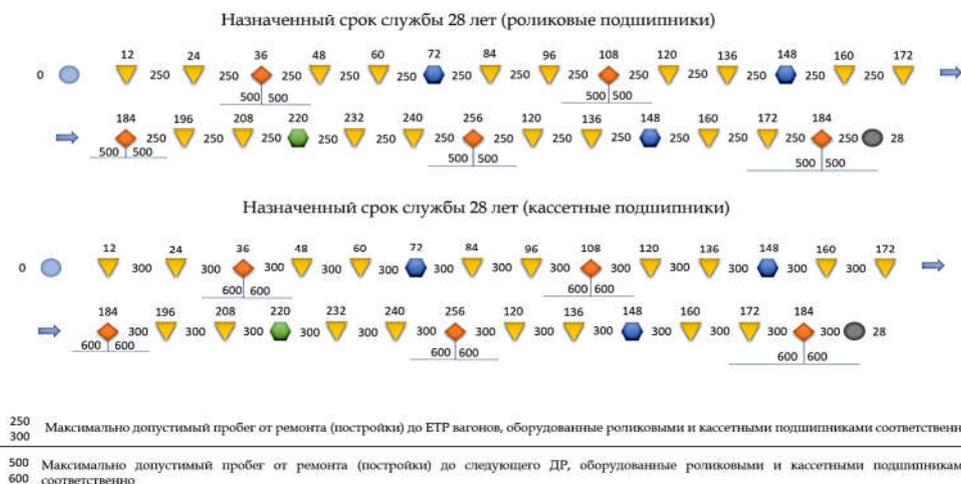


Рис. 2. Существующая система ЕТР и ППР для одноэтажного подвижного состава с назначенным сроком службы 28 лет

Fig. 2. The existing system of unified technical audit and scheduled preventive maintenance for single-storey rolling stock with an assigned service life of 28 years

А периодичность попадания на проведение ЕТР и капитального ремонта в объеме КР-1 возрастет на 4 случая каждый. Однако, если рассматривать фактическую эксплуатацию подвижного состава, с учетом прогноза увеличения пассажирооборота, в соответствии с утвержденной Правительством Российской Федерации стратегии [7], картина отвлечения подвижного состава для проведения им ЕТР и ППР представляется иной.

Проведем сравнительную оценку использования пассажирского подвижного состава в различном исполнении при по-

стоянной эксплуатации в течение назначенного срока службы по маршруту Москва – Петрозаводск при следующих исходных данных: время в пути - 11 час 15 мин; проходимое расстояние за сутки - 922 км; нахождение на подготовке - в течение отчетных суток; отвлечение подвижного состава на проведение ЕТР – 1 сутки (24 часа); на ДР - 14 суток; на КР-1 – 16 суток и на КР-2 – 38 суток [6]. На рис. 2, 3 схематически представлены графики отвлечения вагонов с назначенным сроком службы 28 и 40 лет, а также установленными на них подшипниками различных типов.

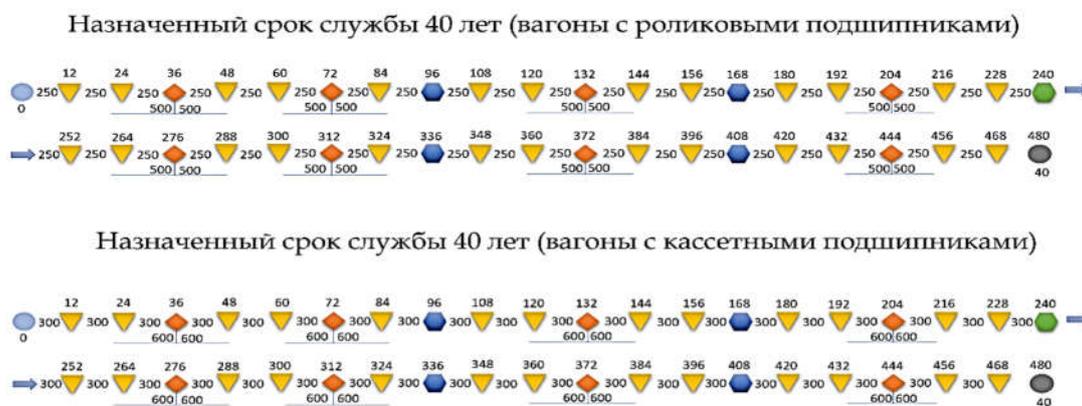


Рис. 3. Существующая система ЕТР и ППР для одноэтажного подвижного состава с назначенным сроком службы 40 лет и с применением роликовых и кассетных подшипников (соответственно в вагонах)

Fig. 3. The existing system of unified technical audit and scheduled preventive maintenance for single-storey rolling stock with a designated service life of 40 years and using roller and cassette bearings (respectively in wagons)

Проведен сравнительный расчет с принятием следующих условий:

- наработка подвижного состава до достижения ЕТР и ППР идентичная;
- вагоны на протяжении эксплуатационного периода жизненного цикла не исключались из эксплуатации;
- отвлечение вагонов на проведение ЕТР и ППВ осуществлялась в соответ-

ствии с требованиями Указание МПС от 23.12.1997 № В-1465у [6];

- приняты затраты на проведение одинаковых моделей пассажирских вагонов, где стоимость ЕТР составляет 115 159 руб. [7], ДР 536 415 руб. [7] и КР-1 708 617 руб. [8]. Полученные сводные данные систематизированы в табл. 1 и табл. 2.

Сравнительный расчет эффективности использования различных моделей ЕТР и ППР для вагонов с назначенным сроком службы 28 лет

Таблица 1

Table 1
Comparative calculation of the efficiency of using various models of unified technical audit and preventive maintenance for wagons with a designated service life of 28 years

Система ТОиР	ЕТР	ДР	КР-1	Затраты, руб.	Простой в ремонте	Пробег за жизненный цикл, км
250 тыс. км	19	14	3	11 822 782	300	9 146 240
300 тыс. км	14	14	3	11 246 987	296	9 149 928
предлагаемая	18	5	3	6 879 888	174	9 262 412

Сравнительный расчет эффективности использования различных моделей ЕТР и ППР для вагонов с назначенным сроком службы 40 лет

Comparative calculation of the efficiency of using various models of unified technical audit and preventive maintenance for wagons with a designated service life of 40 years

Система ТОиР	ЕТР	ДР	КР-1	Затраты, руб.	Простой в ремонте	Пробег за ЖЦ, км
250 тыс. км	26	22	4	17 628 531	436	12 059 208
300 тыс. км	20	20	4	15 864 747	402	13 090 556
предлагаемая	32	8	6	12 226 309	278	13 204 884

Заключение

При сравнении существующих и предлагаемой системы ЕТР и ППР расчетами установлено, что имеет место эффект для пассажирских вагонов с назначенным сроком службы 28 лет: в части снижения потребности проведения деповского ремонта на 9 фактов; затрат на проведение плановых ремонтов вагону от 4 млн. 367 тыс. до 4 млн. 943 тыс. руб., снижения отвлечения нахождения вагонов в нерабочем парке от 122 до 126 суток, а также возможности дополнительной эксплуатации вагона от 112 484 до 116 172 км на эксплуатационной стадии жизненного цикла.

Для вагонов с назначенным сроком службы 40 лет получен эффект по следующим позициям: снижение отвлечения ва-

гонов в нерабочем парке от 124 до 158 суток; снижение дополнительной потребности проведения деповского ремонта на 12-14 фактов; снижение, затрат на проведение плановых видов ремонта от 3 млн.638 тыс. до 5 млн.402 тыс. руб., а также возможности дополнительной эксплуатации вагона от 114 328 до 145 676 км на эксплуатационной стадии жизненного цикла.

Кроме того, предлагаемая система позволяет регламентировать периодичность замены элементной базы пассажирских вагонов с назначенным сроком службы 40 лет, включив их в обязательные требования для необходимой периодической замены при капитальном ремонте вагона с кратностью в 5 лет.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 г. № 3363-р).
2. Приказ Министерства путей сообщения Российской Федерации от 4.04.1997 № 9Ц «О введении новой системы технического обслуживания и ремонта пассажирских вагонов». <https://base.garant.ru/70489520/> (дата обращения 15.03.2024).
3. Приказ Минтранса России от 13.01.2011 № 15 «О внесении изменений в приказ Министерства путей сообщения Российской Федерации от 4.04.1997 № 9Ц». <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/6648607/> (дата обращения 15.05.2021).
4. Приказ Министерства транспорта РФ от 23.06.2022 N 250 "Об утверждении Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации" <https://base.garant.ru/405042985/> (дата обращения 5.03.2024).
5. «Вагон пассажирский двухэтажный купейный со спальными местами модели 61-4523. Руководство по эксплуатации» 4523.00.00.000 РЭ. 2020. Тверь. (с изменениями от 2022) – 468 с.
6. Указание МПС от 23.12.1997 № В-1465у «Об установлении норм простоя пассажирских вагонов при техническом обслуживании, деповском и капитальном ремонтах». МПС России. Москва. 1997. 2 с.
7. Тендер: Выполнение работ по техническому обслуживанию и плановым видам ремонта пассажирских вагонов. <https://rostender.info/tender/24418996> (дата обращения 11.03.2024).

REFERENCES

1. Russian Government. Transport Strategy of the Russian Federation until 2030 with a forecast for the period up to 2035; 2021.
2. Ministry of Railways of the Russian Federation. Order on the Introduction of a New System of Maintenance and Repair of Passenger Cars [Internet]. 1997 Apr 04 [cited 2024 March 15]. Available from: <https://base.garant.ru/70489520/>
3. Ministry of Transport of the Russian Federation. Order on Amendments to the Order of the Ministry of Railways of the Russian Federation dated 1997 Apr 14 No. 9Ц [Internet]. 2011 Jan 13 [cited 2021 May 15]. Available from: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/6648607/>
4. Ministry of Transport of the Russian Federation. on Approval of the Rules of Technical Operation of Railways in the Russian Federation [Internet]. 2022 Jun 23 [cited 2024 May 03]. Available from: <https://base.garant.ru/405042985/>.
5. Double-deck compartment passenger car with sleeping places of 61-4523 model. Operation manual. 4523.00.00.000 РЭ. Tver; 2020.
6. Ministry of Railways of the Russian Federation. Instruction on Setting Standards for the Downtime of Passenger Cars During Maintenance, Depot and Major Repairs No. B-1465y. 1997 Dec 23. Moscow; 1997.
7. Tender: Performance of Maintenance and Scheduled Repairs of Passenger Cars [Internet]. [cited 2024 Nov 03]. Available from: <https://rostender.info/tender/24418996>
8. Tender: Performance of Major Repairs for KR-1 Passenger Car [Internet]. [cited 2024 Nov 03]. Available from: <https://rostender.info/region/novosibirskaya-oblast/novosibirsk/25956536-tender-vypolnenie-rabot-po-kapitalnomu-remontu-v-obeme-kr-1-passajirskogo-vagona>.

Информация об авторе:

Шинкарук Андрей Сергеевич – кандидат технических наук, Российский университет транспорта (МИИТ). Институт транспортной техники и систем управления. Тел.: +79258044495. E-mail: Shinkarukas@mail.ru.

Shinkaruk Andrey Sergeevich – Candidate of Technical Sciences, Russian University of Transport (MIIT). Institute of Transport Engineering and Control Systems. Phone: +79258044495. E-mail: Shinkarukas@mail.ru.

**Статья опубликована в режиме Open Access.
Article published in Open Access mode.**

Статья поступила в редакцию 20.03.2024; одобрена после рецензирования 15.04.2024; принята к публикации 26.04.2024. Рецензент – Антипин Д.Я., кандидат технических наук, доцент кафедры «Подвижной состав железных дорог», директор учебно-научного института транспорта Брянского государственного технического университета, член редсовета журнала «Транспортное машиностроение».

The article was submitted to the editorial office on 20.03.2024; approved after review on 15.04.2024; accepted for publication on 26.04.2024. The reviewer is Antipin D.Ya., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Railway Rolling Stock, Director of the Educational and Scientific Institute of Transport at Bryansk State Technical University, member of the Editorial Council of the journal *Transport Engineering*.