



Влияние надежности автомобилей на формирование потребности в запасных частях на примере автомобилей КАМАЗ-54901

Ю. Д. Ишкин ✉

Тюменский индустриальный университет

Тюмень, ул. Володарского, 38, 625000, Российская Федерация

✉ yrtmn@outlook.com

Аннотация. Расходы на приобретение и хранение запасных частей составляют практически треть в структуре эксплуатационных затрат автомобильного транспорта, поэтому управление запасами является важной составляющей деятельности предприятия, а исследования, направленные на разработку более точных методик прогнозирования потребности в запасных частях, представляют практический интерес. В настоящем исследовании предлагается производить планирование запаса запасных частей исходя из их надежности. Данный подход основан на делении запасных частей на группы на основании потока отказов и дальнейшем определении количественной и номенклатурной потребности уже внутри группы. Исследование проводилось на примере автомобилей КАМАЗ-54901. В соответствии с конструкцией автомобиля все запасные части были разделены на 8 групп. На основе статистических данных были установлены группы запасных частей с низкой надежностью (электрооборудование, тормозная система), соответственно, количественное выражение запасов в данных группах будет самым большим. Применение данного подхода позволит оптимизировать запасы запасных частей на складе предприятия.

Ключевые слова: автомобильные запасные части, надежность автомобиля, условия эксплуатации, номенклатура запасных частей, потребности в запасных частях

Для цитирования: Ишкин Ю. Д. Влияние надежности автомобилей на формирование потребности в запасных частях на примере автомобилей КАМАЗ-54901. *Архитектура, строительство, транспорт*. 2025;5(3):94–102. <https://doi.org/10.31660/2782-232X-2025-3-94-102> EDN: EDFKYF

Vehicle reliability impact on the formation of the need for spare parts using the example of KAMAZ-54901

Yuri D. Ishkin ✉

Industrial University of Tyumen

Tyumen, 38 Volodarskogo St., 625000, Russian Federation

✉ yrtmn@outlook.com

Abstract. The cost associated with the procurement and storage of spare parts accounts for almost a third of the overall structure of automotive transport operating expenses. Consequently, inventory management is a crucial aspect of enterprise operations, and research focused on developing more accurate methods for predicting the need for spare parts is of practical interest. This study proposes planning spare parts inventory based on their reliability. The essence of this approach is dividing spare parts into groups according to their failure rate and

further determining the quantitative and nomenclature needs within these group. The study was conducted using KAMAZ-54901 vehicles. In accordance with the vehicle's design, spare parts were divided into 8 groups. Statistical data revealed groups of spare parts with low reliability (electrical equipment, braking system). Therefore, these groups will necessitate the largest stock volumes. This approach enables the optimization of spare parts stock at the enterprise's warehouse.

Keywords: vehicle spare parts, vehicle reliability, operating conditions, nomenclature of spare parts, the need for spare parts

For citation: Ishkin Yu. D. Vehicle reliability impact on the formation of the need for spare parts using the example of KAMAZ-54901. *Architecture, Construction, Transport*. 2025;5(3):94–102. (In Russ.) <https://doi.org/10.31660/2782-232X-2025-3-94-102>



1. Введение / Introduction

Важной частью затрат эксплуатационных предприятий являются расходы на запасы запасных частей (ЗЧ) автомобилей. Контроль и оптимизация этих затрат повышают эффективность работы и помогают снизить общие издержки предприятия. Планирование запасов ЗЧ чаще всего происходит путем формирования бюджета: определяется сумма, выделяемая на запасы в планируемый год. В свою очередь перечень ЗЧ определяется на основе статистики расходов за прошлые периоды, но статистика одного предприятия не может быть полностью применима для других, так как на номенклатуру ЗЧ влияет множество факторов.

Вопросы управления запасами ЗЧ автомобилей изучались многими исследователями в части анализа материально-технического обеспечения производственно-хозяйственной деятельности автотранспортного предприятия и разработки методики нормирования материальных ресурсов, а также обеспечения ЗЧ автомобилей в процессе ремонта [1–3]. В данных работах надежность и условия эксплуатации не выделялись как значимые факторы.

Тем не менее условия эксплуатации учитывать необходимо, так как от них зависит износ деталей и работоспособность всего автомобиля. Тип дороги, климатические условия, частоту и интенсивность эксплуатации, режимы движения можно отнести к условиям эксплуатации. Чем они экстремальнее, тем больше износ деталей и, как следствие, выше потребность в ЗЧ.

Надежность автомобиля определяется по параметрам безотказности и долговечности, которые зависят от сроков эксплуатации без отказов и считаются по частоте отказов за определенный период, а также по таким показателям, как ремонтпригодность и способность сохранять свои потребительские свойства. Надежность анализируется на основе данных о техническом состоянии, опыте эксплуатации и статистике отказов и ремонтов автомобиля.

Существует методика определения оптимального объема ЗЧ по отдельным узлам автомобилей, необходимого для обеспечения бесперебойной работы автотранспортных предприятий. Эта методика учитывает надежность автомобилей, что позволяет более точно прогнозировать потребность в ЗЧ, снижая излишние запасы и связанные с ними затраты [4–6]. Рассматриваемые математические модели учитывают вероятность отказов, возраст и условия эксплуатации транспортных средств и позволяют оптимизировать запасы с учетом износа и надежности автомобилей, что способствует повышению эффективности логистики поставок ЗЧ и снижению затрат на обслуживание автопарка [4]. Развитие методов планирования ЗЧ с учетом надежности и технического состояния отдельных узлов автомобиля предлагается в [5, 6]. Предложенные модели позволяют повысить точность прогнозирования потребности и снизить издержки по отдельным деталям автомобиля [4].

Для определения номенклатуры ЗЧ значение имеет также надежность агрегатов, узлов и каждой единицы номенклатуры запасных частей в том числе [7].

Номенклатура ЗЧ, необходимых для поддержания работоспособности автомобилей, формируется по видам технических воздействий. На предприятиях автомобильного транспорта ежегодно разрабатывают программу проведения технических обслуживаний автомобилей, согласно которой четко определяют количество и номенклатуру потребляемых ЗЧ в зависимости от структуры подвижного состава и предполагаемых перевозок (пробегов, объема перевозимого груза, пассажиро-потоков и т. п.).

Для поддержания работоспособного состояния подвижного состава транспортного предприятия планируется запас ЗЧ на проведение текущего и капитального ремонтов. Прогнозирование расхода запасных частей для данной группы запасов связано с более глубоким изучением факторов, влияющих на формирование потребности в ЗЧ. Как рассматривалось ранее [8], существует множество подходов для определения потребности в ЗЧ, но все они в полной мере не учитывают случайность возникновения данной потребности.

Авторы [8–10] рассматривают вопросы повышения точности определения потребности в ЗЧ для автотранспорта в условиях нефтегазовой отрасли. Предлагаются методы учета условий эксплуатации, износа и надежности техники, что способствует более обоснованному планированию закупок ЗЧ и снижению излишних запасов. В работе [9] рассматриваются вопросы автоматизации и использования статистических моделей для прогнозирования потребности.

Ученые Донецкого национального технического университета [11] оптимизируют процессы заказа ЗЧ на автотранспортных предприятиях и рассматривают методы определения оптимальных объемов заказа, снижения издержек, связанных с хранением и закупками, а также автоматизацию процессов их планирования. Авторы [12, 13] рассматривают применение современных методов математического моделирования и автоматизированных систем управления запасами. Исследование актуально для предприятий с большим парком техники, стремящихся повысить эффективность логистики и снизить операционные издержки.

Исследование [14] посвящено разработке целевой функции, которая служит основой для оптимизации процессов снабжения ЗЧ в условиях нефтегазовой промышленности. Авторы рассматривают особенности сложных транспортных систем, подчеркивая необходимость учета стоимости ЗЧ, затрат на хранение и рисков простоев. Определено, что математическое моделирование позволяет выявить оптимальные параметры управления запасами и минимизирует совокупные издержки.

Все исследования сосредоточены на вопросах оптимизации управления ЗЧ с учетом специфики отрасли – нефтегазовой и транспортной. В них подчеркивается необходимость точного прогнозирования потребности, учета условий эксплуатации и надежности техники, а также применения математических и автоматизированных методов для снижения затрат и повышения эффективности логистики. Эти исследования дополняют друг друга, формируя комплексный подход к управлению запасами в условиях высокой сложности и ответственности, однако они в большей мере раскрывают теоретический аспект планирования, не затрагивая номенклатурные группы запасных частей.

В проведенных ранее исследованиях было установлено, что на затраты по обеспечению запасами ЗЧ влияет надежность автомобиля [15, 16], соответственно, надежность является значимым показателем расхода ЗЧ автомобиля.

По мнению авторов [17], оптимизацию системы планирования запасов ЗЧ необходимо осуществлять на основе системного и комплексного подходов, включающих использование современных методов математического моделирования [18], автоматизации и информационных технологий [19] для определения оптимальных уровней запасов. Прогнозирование спроса на ЗЧ необходимо осуществлять на основе информации о надежности рассматриваемого парка автомобилей и условий эксплуатации. Разработка и применение интегрированных систем управления запасами позволит повысить точность прогнозирования, надежность технического обслуживания и снизит риск

дефицита ЗЧ [20]. Это повысит эффективность работы автотранспортных предприятий, снизит эксплуатационные затраты и, соответственно, поднимет уровень транспортного обслуживания.

Установление распределения отказов узлов и агрегатов является важным фактором для анализа надежности автомобилей и планирования запасов ЗЧ и позволяет определить, какие узлы и агрегаты чаще всего отказывают. Полученные данные в последующем используются для разработки стратегии управления запасами отдельных групп ЗЧ и повышения точности прогнозирования. Система прогнозирования на основе надежности автомобилей позволит оптимизировать запасы и избежать приобретения невостребованных ЗЧ. Такой подход способствует более точному управлению запасами и снижению издержек. Таким образом, целью исследования являлось исследование влияния надежности автомобилей КАМАЗ на формирование потребности в ЗЧ. Данные исследования являются новыми, так как за последние три года была изменена политика завода КАМАЗ, которая повлияла на конструкцию автомобиля, в частности, предприятие начало сотрудничать с новыми заводами-изготовителями узлов и агрегатов. К примеру, ранее тормозная система изготавливалась на европейских заводах, а в настоящее время поставщиками являются китайские производители, электрооборудование поставляется преимущественно российское.

Влияние надежности узлов и агрегатов на надежность автомобиля в целом полностью не изучено, существуют лишь отдельные исследования, рассматривающие надежность конкретных компонентов автомобиля, поэтому данный вопрос актуален.

2. Материалы и методы / Materials and methods

Предметом исследования являлась надежность магистральных тягачей КАМАЗ-54901, эксплуатируемых транспортными предприятиями Тюменской области. Был осуществлен анализ эксплуатации 207 единиц техники со сроком эксплуатации от одного года до трех лет.

Прогнозирование запасов ЗЧ для автомобилей с учетом его надежности включает несколько ключевых этапов и методов, которые позволяют оптимизировать запасы, снизить издержки и повысить уровень технического обслуживания.

Исследование проводилось в несколько этапов. На первом этапе производился сбор и анализ данных о потоке отказов: были собраны статистические данные об отказах узлов и агрегатов автомобилей. На основе собранных данных был составлен общий перечень ЗЧ, в которых возникала потребность для подконтрольной выборки автомобилей. Затем ЗЧ автомобилей были разделены на 8 укрупненных групп. К примеру, в группу ДВС входят следующие запасные части: коленчатый вал, маховик, картер маховика, блок цилиндров, головка цилиндра, цилиндропоршневая группа, вал распределительный, картер и прочее. Данная статья посвящена рассмотрению именно этого этапа.

Далее рассматривалась частота возникновения и средние пробеги до отказа для различных узлов и агрегатов. Использовались статистические модели надежности (экспоненциальное распределение) для оценки вероятности отказа в зависимости от пробега автомобиля. Определялся средний срок службы узлов и ЗЧ в соответствии с пробегом. На следующем этапе производилась классификация ЗЧ по степени изношенности и надежности, разделение ЗЧ на группы по уровню риска отказа и необходимости замены.

Подходы к прогнозированию запасов с учетом надежности автомобилей основываются на анализе безотказности транспортных средств, что позволяет более точно определить потребность в ЗЧ и снизить издержки.

Основные подходы к прогнозированию запасов ЗЧ следующие:

1. Анализ статистики отказов и ремонтов, основанный на использовании статистических данных о частоте отказов и ремонтах автомобилей для определения вероятности необходимости замены конкретных ЗЧ. Надежность автомобилей влияет на расход ЗЧ.

2. Классификация узлов и агрегатов по уровню надежности. Группировка узлов и агрегатов по степени их надежности (например, на основе показателей отказов за определенный период). Для более надежных узлов и агрегатов прогнозируется меньшая потребность в ЗЧ, что влияет на планирование запасов.
3. Прогнозирование на основе надежности. Использование вероятностных моделей (например, распределения отказов) для оценки срока службы ЗЧ и определения оптимальных уровней запасов.
4. Прогнозирование с учетом условий эксплуатации, таких как климат и режим работы, которые влияют на надежность и частоту отказов.
5. Планирование по срокам службы и циклам эксплуатации, основанное на учете нормативных сроков службы и циклов эксплуатации для определения времени замены и потребности в ЗЧ.

3. Результаты и обсуждение / Results and discussion

На основе применения статистических методов обработки результатов получили распределение ЗЧ по группам за год, представленное на рис. 1.



Рис. 1. Распределение количества использованных запасных частей автомобилей КАМАЗ-54901 по группам за 2024 г. (диаграмма составлена автором)

Fig. 1. Distribution of the quantity of used KAMAZ-54901 vehicle spare parts by groups for 2024 (diagram compiled by the author)

На основании изменения количества отказов относительно рассматриваемых групп можно оценить их надежность и надежность рассматриваемой модели автомобиля в целом. По надежности (от надежных к менее надежным) группы выстроились следующим образом: трансмиссия; система питания, смазки, охлаждения; фильтрующие элементы и резиновые уплотнения; подвеска и рулевое управление; ДВС; разное; тормозная система; электрооборудование.

Таким образом, менее надежными являются ЗЧ группы *электрооборудование*, и при планировании запасов количественное выражение запасов ЗЧ для этой группы должно быть самым большим.

Распределение неисправностей автомобилей за 2024 г. в группе *электрооборудование* отражено на рис. 2.

В электронной системе управления зафиксировано больше всего неисправностей, которые, как правило, связаны с замыканиями или обрывом цепи: блока управления, контроллера, мультиплексного узла. Также много неисправностей в подгруппе *фары, фонари, указатели поворота*. Неисправности связаны с выходом из строя ламп, замыканием или обрывом цепи, коррозией контактов, попаданием влаги, нарушением регулировки электрокорректора. Перечисленные неисправности могут возникать как в результате заводского брака узла или агрегата, так и в процессе эксплуатации. Независимо от причин возникновения неисправностей, для их устранения необходимо запланировать запасные части по номенклатуре и количеству.



Рис. 2. Распределение неисправностей электрооборудования автомобиля КАМАЗ-54901 (диаграмма составлена автором)

Fig. 2. Distribution of electrical system failures in KAMAZ-54901 vehicles (diagram compiled by the author)

По результатам проведенного исследования можно предложить следующий подход к формированию запасов ЗЧ для автотранспортных предприятий:

- 1) деление на группы исходя из конструкции автомобиля;
- 2) определение в соответствии с выявленной зависимостью количественного выражения запасных частей в каждой группе;
- 3) определение в каждой группе наименований ЗЧ в зависимости от востребованности.

Распределение ЗЧ в каждой номенклатурной группе на основе надежности автомобиля с определением количественной потребности и дальнейшей сепарацией по номенклатуре позволит более точно определить потребности в ЗЧ. Данный подход более дифференцирован и дает возможность рассматривать запасные части по 8 предложенным группам исходя из конструкции автомобиля. Для других марок автомобилей данный подход возможно применить при условии конструкционной схожести.

4. Заключение / Conclusions

В результате исследования установлено влияние надежности систем автомобилей на формирование потребности в ЗЧ. Для автомобилей КАМАЗ-54901 выявлены группы ЗЧ с низкой надежностью, к ним относятся *электрооборудование* и *тормозная система*. На основании полученной классификации для группы с высокой надежностью (*трансмиссия*) предлагается определять запас ЗЧ на основании статистики прошлых периодов и в соответствии с существующей номенклатурой. Для группы с низкой надежностью необходимо установить увеличение запаса ЗЧ в количественном выражении. В последующих исследованиях предполагается определение конкретного по рассматриваемой группе номенклатурного и количественного значения запаса ЗЧ для анализируемой марки автомобиля. Прогноз потребности на основе надежности реализуется с использованием моделей отказов для определения ожидаемого числа отказов за определенный период, производится расчет необходимого запаса ЗЧ для обеспечения работоспособности автомобиля. Таким образом, транспортные предприятия для автомобилей КАМАЗ должны формировать запасы ЗЧ, уделяя особое внимание ЗЧ групп *электрооборудование* и *тормозная система*. В данных группах целесообразнее провести декомпозицию и разделить ЗЧ по надежности, это позволит более точно определить количественное значение каждой единицы номенклатуры в рассматриваемой группе. Примененный подход деления ЗЧ на группы с установлением востребованности уже внутри рассматриваемой группы ЗЧ может быть применен и для других марок автомобилей.



Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The author declares no relevant conflict of interest.

Список литературы

1. Курганов В. М., Грязнов М. В., Дорофеев А. Н., Адувалин А. А. Методика нормирования материальных ресурсов для автобусов. *Интеллект. Инновации. Инвестиции*. 2022;(1):102–116. <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2022-1-102>
2. Хасанов И. Х., Рассоха В. И., Марков Д. А., Алтухов А. А., Марышев Д. В. Анализ материально-технического обеспечения производственно-хозяйственной деятельности автотранспортного предприятия. В сб.: *Прогрессивные технологии в транспортных системах: материалы XVI международной научно-практической конференции, Оренбург, 11–13 ноября 2021 года*. Оренбург: Оренбургский государственный университет; 2021. С. 541–545. URL: <https://elibrary.ru/jtizys>
3. Макарова А. Н., Захаров Н. С., Зиганшина А. В., Зуев В. В. Оценка размеров оборотных фондов для текущего ремонта коробок передач автомобилей Урал-4320 в ПАО «Сургутнефтегаз». В сб.: *Проблемы функционирования систем транспорта: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 2-х томах, Тюмень, 05–07 декабря 2018 года. Том 1*. Тюмень: Тюменский индустриальный университет; 2019. С. 337–340.
4. Судак Ф. М., Воронина И. Ф., Заика А.И. Методика расчета потребного количества запасных частей на предприятиях автомобильного транспорта с учетом надежности автомобилей. В сб.: *Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса 2018: материалы IV Международной научно-практической конференции в рамках четвертого Международного научного форума Донецкой народной Республики «Инновационные перспективы Донбасса: Инфраструктурное и социально-экономическое развитие», Горловка, 24 мая 2018 года*. Горловка: Донецкий национальный технический университет; 2018. С. 145–148. URL: <https://www.elibrary.ru/vxrhds>
5. Давлатшоев Р. А., Мажитов Б. Ж. Изучение эффективности и надежности тормозной системы автомобиля в различных условиях эксплуатации. *Наука и инновация. Серия геологических и технических наук*. 2024;(4):142–147. (На таджикском) URL: <https://www.elibrary.ru/wcijdy>
6. Баженов Ю. В., Баженов М. Ю., Каленов В. П. Исследование эксплуатационной надежности передней подвески автомобиля. *Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник*. 2021;(11):27–32. <https://doi.org/10.36535/0236-1914-2021-11-5>
7. Ишкин Ю. Д., Захаров Н. С., Рассохин А. В., Ишкина Е. Г. Влияние сезонности на формирование потребности в запасных частях автомобилей. *Архитектура, строительство, транспорт*. 2025;5(1):102–111. <https://doi.org/10.31660/2782-232X-2025-1-102-111>
8. Захаров Н. С., Теньковская С. А., Александров А. Э. Повышение надежности функционирования транспортно-технологических систем путем ограничения срока службы автомобилей. *Транспорт Урала*. 2023;(2):54–59. <https://doi.org/10.20291/1815-9400-2023-2-54-59>
9. Захаров Н. С., Теньковская С. А., Власов А. В. Совершенствование методики формирования потребности в запасных частях для автомобилей при обслуживании объектов нефтегазодобычи. *Транспортные сооружения. Экология*. 2019;(2):32–40. URL: https://vestnik.pstu.ru/obgtrans/archives/?id=&folder_id=8496
10. Захаров Н. С., Теньковская С. А. Влияние наработки и возраста на поток отказов автомобилей. *Интеллект. Инновации. Инвестиции*. 2023;(2):121–129. <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2023-2-121>
11. Воронина И. Ф., Судак Ф. М., Перов В. С., Шаповалов С. М., Троицкий И. А., Молозин Ф. В. Оптимизация заказа запасных частей на автотранспортных предприятиях. *Вести Автомобильно-дорожного института*. 2021;(1):50–55. URL: <https://elibrary.ru/jxkpbu>
12. Загородний Н. А. Построение концептуальной информационной модели системы оценки, прогнозирования и управления эксплуатационной надежностью автомобилей. *Транспортное машиностроение*. 2025;(2):16–24. <https://doi.org/10.30987/2782-5957-2025-2-16-24>
13. Загородний Н. А. Эксплуатационная надежность автомобилей в процессе их эксплуатации. *Мир транспорта и технологических машин*. 2025;(1-2):101–107. [https://doi.org/10.33979/2073-7432-2025-1-2\(88\)-101-107](https://doi.org/10.33979/2073-7432-2025-1-2(88)-101-107)
14. Захаров Н. С., Новоселов О. А., Зиганшин Р. А., Макарова А. Н. Целевая функция при управлении снабжением запасными частями для транспортно-технологических машин в нефтегазодобыче. *Научно-технический вестник Поволжья*. 2014;(4):108–110. URL: <https://elibrary.ru/smygcr>

15. Ишкин Ю. Д., Захаров Н. С., Ишкина Е. Г. Влияние надежности автомобилей на затраты на приобретение запасных частей. *Архитектура, строительство, транспорт*. 2024;(1):98–105. <https://doi.org/10.31660/2782-232X-2024-1-98-105>
16. Панайотов К. К. Аспекты определения вероятностных параметров надежности автомобилей в реальных условиях эксплуатации. *Мир транспорта и технологических машин*. 2022;(4-2):3–8. URL: <https://elibrary.ru/crfglu>
17. Ременцов А. Н., Зенченко В. А., Фетисов П. Б. Системное планирование запасов запасных частей для АТП на примере автомобилей Скания. *Автотранспортное предприятие*. 2011;(2):41–43.
18. Макарова И. В., Шубенкова К. А., Гиниятуллин И. А., Ахмадеева А. М. Выбор метода прогнозирования надежности работы автомобиля. *Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация*. 2020;(1):51–57. URL: <https://elibrary.ru/fhrdcp>
19. Мороз С. М. Запас работоспособности – комплексный показатель надежности автотранспортных средств. *Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ)*. 2020;(3):3–10. URL: <https://madi.ru/4652-vestnik-moskovskogo-avtomobilno-dorozhnogo-gosudarstvennogo.html#>
20. Загородний Н. А., Заяц Ю. А., Новиков А. Н., Семькина А. С. Управление эксплуатационной надежностью автомобилей. *Транспортное машиностроение*. 2025;(4):39–46. <https://doi.org/10.30987/2782-5957-2025-4-39-46>

References

1. Kurganov V. M., Gryaznov M. V., Dorofeev A. N., Aduvalin A. A. Methodology for rationing material resources for buses. *Intellect. Innovations. Investments*. 2022;(1):102–116. (In Russ.) <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2022-1-102>
2. Khasanov I.Kh., Rassokha V.I., Markov D.A., Altukhov A.A., Maryshev D.V. Analysis of material and technical support for production and economic activities of a motor transportation enterprise. In: *Progressivnye tekhnologii v transportnykh sistemakh: materialy XVI mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Orenburg, 11–13 November, 2021*. Orenburg: Orenburg State University; 2021. P. 541–545. (In Russ.) URL: <https://elibrary.ru/jtizys>
3. Makarova A. N., Zakharov N. S., Ziganshina A.V., Zuev V. V. Assessment of working capital size for the current repair of Ural-4320 vehicle gearboxes at PJSC Surgutneftegas. In: *Problemy funktsionirovaniya sistem transporta: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchennykh: in 2 vol., Tyumen, 05–07 December 2018. Vol. 1*. Tyumen: Industrial University of Tyumen; 2019. P. 337–340. (In Russ.)
4. Sudak F. M., Voronina I. F., Zaika A. I. Methodology for calculating the consumer quantity of spare parts in automotive transport enterprises including reliability of vehicles. In: *Nauchno-tehnicheskie aspekty razvitiya avtotransportnogo kompleksa 2018: materialy IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii v ramkakh chetvertogo Mezhdunarodnogo nauchnogo foruma Donetskoy narodnoy Respubliki "Innovatsionnye perspektivy Donbassa: Infrastrukturnoe i sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie", Gorlovka, 24 May 2018*. Gorlovka: Donetsk National Technical University; 2018, P. 145–148. (In Russ.) URL: <https://www.elibrary.ru/vxrhds>
5. Davlatshoev R. A., Mazhitov B. J. Study of the efficiency and reliability of the car braking system in various operating conditions. *Science and Innovation. Series of geological and technical Sciences*. 2024;(4):142–147. (In Tajik) URL: <https://www.elibrary.ru/wcijdy>
6. Bazhenov Yu. V., Bazhenov M. Yu., Kalenov V. P. Investigation of operational reliability of vehicle front suspension. *Transport: Science, Equipment, Management. Scientific Information Collection*. 2021;(11):27–32. <https://doi.org/10.36535/0236-1914-2021-11-5>
7. Ishkin Yu. D., Zakharov N. S., Rassokhin A. V., Ishkina E. G. The impact of seasonality on spare part demand for automobiles. *Architecture, Construction, Transport*. 2025;5(1):102–111. (In Russ.) <https://doi.org/10.31660/2782-232X-2025-1-102-111>
8. Zakharov N. S., Tenkovskaya S. A., Alexandrov A. E. Improving the operation reliability of transport and technological systems by limiting vehicle service lifetime. *Transport of the Urals*. 2023;(2):54–59. (In Russ.) <https://doi.org/10.20291/1815-9400-2023-2-54-59>
9. Zaharov N. S., Tenkovskaya S. A., Vlasov A. V. Improvement of the methodology for forming the need for spare parts for cars when servicing oil and gas production facilities. *Transport. Transport facilities. Ecology*. 2019;(2):32–40. URL: https://vestnik.pstu.ru/obgtrans/archives/?id=&folder_id=8496

10. Zaharov N. S., Tenkovskaya S. A. Influence of running time and age on the flow of vehicle failures. *Intellect. Innovations. Investments*. 2023;(2):121–129. (In Russ.) <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2023-2-121>
11. Voronina I. F., Sudak F. M., Perov V. S., Shapovalov S. M., Troitskii I. A., Molozin F. V. Optimization of the spare parts order at the motor transport enterprises. *Bulletin of the Automobile and Highway Institute*. 2021;(1):50–55. (In Russ.) URL: <https://elibrary.ru/jxkpbby>
12. Zagorodny N. A. Construction of a conceptual information model of a system to assess, forecast and control operational reliability of vehicles. *Transport Engineering*. 2025;(2):16–24. (In Russ.) <https://doi.org/10.30987/2782-5957-2025-2-16-24>
13. Zagorodny N. A. Operational reliability of vehicles during their operation. *World of Transport and Technological Machines*. 2025;(1-2):101–107. (In Russ.) [https://doi.org/10.33979/2073-7432-2025-1-2\(88\)-101-107](https://doi.org/10.33979/2073-7432-2025-1-2(88)-101-107)
14. Zakharov N. S., Novoselov O. A., Ziganshin R. A., Makarova A. N. Criterion function at management of spare parts supply for transport technological machines in oil and gas production. *Scientific and Technical Volga region Bulletin*. 2014;(4):108–110. (In Russ.) URL: <https://elibrary.ru/smygcr>
15. Ishkin Yu. D., Zakharov N. S., Ishkina E. G. Impact of vehicles reliability on the purchasing costs of spare parts. *Architecture, Construction, Transport*. 2024;(1):98–105. (In Russ.) <https://doi.org/10.31660/2782-232X-2024-1-98-105>
16. Panayotov K. K. Aspects of determining probabilistic parameters of car reliability in real operating conditions. *World of Transport and Technological Machines*. 2022;(4-2):3–8. (In Russ.) URL: <https://elibrary.ru/crfglu>
17. Rementsov A. N., Zenchenko V. A., Fetisov P. B. System planning of spare parts stocks for ATP on the example of Scania cars. *Avtotransportnoe predpriyatie*. (In Russ.) 2011;(2):41–43.
18. Makarova I. V., Shubenkova K. A., Giniyatullin I. A., Akhmadeeva A. M. Choice of method for forecasting reliability of vehicle operation. *Social-economic and Technical Systems: Research, Design and Optimization*. 2020;(1):51–57. (In Russ.) URL: <https://elibrary.ru/fhrdcp>
19. Moroz S. M. Stock of operation is a comprehensive indicator of vehicles reliability. *Vestnik Moskovskogo Avtomobil'no-Dorozhnogo Instituta (Gosudarstvennogo Tehnicheskogo Universiteta)*. 2020;(3):3–10. (In Russ.) URL: <https://madi.ru/4652-vestnik-moskovskogo-avtomobilno-dorozhnogo-gosudarstvennogo.html#>
20. Zagorodnii N. A., Zayats Yu. A., Novikov A. N., Semykina A. S. Car operational reliability control. *Transport Engineering*. 2025;(4):39–46. (In Russ.) <https://doi.org/10.30987/2782-5957-2025-4-39-46>



Информация об авторе

Ишкин Юрий Дмитриевич, аспирант кафедры эксплуатации автомобильного транспорта, Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Российская Федерация, yrtmn@outlook.com

Information about the author

Yuri D. Ishkin, Postgraduate student of the Department of Road Transport Operation, Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russian Federation, yrtmn@outlook.com

Получена 15 июня 2025 г., одобрена 22 сентября 2025 г., принята к публикации 25 сентября 2025 г.

Received 15 June 2025, Approved 22 September 2025, Accepted for publication 25 September 2025