

ВЛИЯНИЕ НАДЕЖНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ НА ЗАТРАТЫ НА ПРИОБРЕТЕНИЕ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ

Ю. Д. Ишкин, Н. С. Захаров, Е. Г. Ишкина
Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

IMPACT OF VEHICLES RELIABILITY ON THE PURCHASING COSTS OF SPARE PARTS

Yuri D. Ishkin, Nikolai S. Zakharov, Elena G. Ishkina
Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. Эксплуатация автомобильного транспорта связана с поддержанием работоспособности автомобилей. Предприятия, эксплуатирующие автомобили, по-разному подходят к обеспечению их работоспособности. Небольшие организации, как правило, проводят обслуживание и ремонт автомобилей на сервисных станциях, а крупные и средние предприятия создают условия для проведения технических воздействий на собственной базе. В этом случае они сталкиваются с необходимостью обеспечения запасами запасных частей. Было установлено, что затраты на запасные части составляют до 45 % всех эксплуатационных затрат, их сокращение возможно при правильном подходе к планированию и организации поставок запасных частей, что подтверждает актуальность проводимых исследований. В качестве основного фактора, влияющего на затраты на приобретение запасных частей, авторы предложили считать надежность узлов и агрегатов автомобилей. Установлена закономерность: надежность автомобиля снижается с увеличением срока его эксплуатации, тогда как потребность в запасных частях и, следовательно, затраты на запасные части увеличиваются. Запасы запасных частей планируются по двум группам – для про-

Abstract. The operation of road transport is associated with maintaining the serviceability of vehicles. Companies that operate vehicles have different approaches to ensuring their serviceability. Small ones, as a rule, carry out maintenance and repair of vehicles at service stations, while large and medium-sized companies provide conditions for carrying out technical service at their own base. In this case, they are faced with the need to stock with spare parts. It was found that the costs of spare parts account for up to 45 % of all operating costs, their reduction is possible with the correct approach to planning and organization of spare parts supply. This confirms the relevance of the research. As the main factor affecting the cost of spare parts purchasing, the authors proposed to consider the reliability of car units and assemblies. A regularity was established: the reliability of a vehicle decreases with the increase of its service life, while the need for spare parts and, consequently, the purchasing cost of spare parts increases. Spare parts stocks are planned in two groups – for maintenance and repairs. It is possible to plan the consumption of spare parts for maintenance based on the vehicle fleet and on the recommendations of the manufacturer, which regulates the frequency

ведения технических обслуживаний и ремонтов. Спланировать расход запасных частей на проведение технического обслуживания возможно исходя из парка автомобилей и на основании рекомендаций завода-изготовителя, регламентирующего периодичность замены и перечень запасных частей. Планировать номенклатуру запасных частей для проведения текущего ремонта целесообразнее исходя из надежности автомобилей. Прогнозирование запасов запасных частей на основе надежности позволит эффективно управлять запасами запасных частей, минимизировать срок их хранения и избежать приобретения невостребованных запасных частей.

Ключевые слова: автомобильные запасные части, управление запасами запасных частей, номенклатура запасных частей, надежность автомобилей, условия эксплуатации

of replacement and the list of spare parts. It is advisable to plan the nomenclature of spare parts for current repairs based on vehicles reliability. Forecasting of spare parts stock based on reliability will allow to manage spare parts stock effectively, to minimize their shelf life and to avoid the purchase of unclaimed spare parts.

Key words: vehicle spare parts, inventory management of spare parts, spare parts nomenclature, vehicle reliability, operating conditions

Для цитирования: Ишкин, Ю. Д. Влияние надежности автомобилей на затраты на приобретение запасных частей / Ю. Д. Ишкин, Н. С. Захаров, Е. Г. Ишкина. – DOI 10.31660/2782-232X-2024-1-98-105. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2024. – № 1 (107). – С. 98–105.

For citation: Ishkin, Yu. D., Zakharov, N. S., & Ishkina, E. G. (2024). Impact of vehicles reliability on the purchasing costs of spare parts. Architecture, Construction, Transport, (1(107)), pp. 98-105. DOI 10.31660/2782-232X-2024-1-98-105.

1. Введение

В состав эксплуатационных затрат автотранспортных предприятий входят затраты на запасные части к автомобилям. Данные затраты могут составлять до 45 % всех эксплуатационных затрат, а в условиях работы транспорта в удаленных от населенных пунктов местах затраты на приобретение, доставку и хранение запасов доходят до половины всех эксплуатационных затрат. В связи с этим управление запасами запасных частей является важным вопросом при эксплуатации автомобильного транспорта.

Рассматривая управление запасами запасных частей автомобилей, необходимо учитывать, кто является конечным потребителем запаса. Достаточно распространены следующие подходы: 1) предприятие, эксплуатирующее автомобили, обладает небольшим автопарком и для поддер-

жания работоспособности заключает договоры на обслуживание техники с сервисными предприятиями; 2) автотранспортное предприятие осуществляет обслуживание и ремонт автотранспорта самостоятельно.

В первом случае управление запасами запасных частей берет на себя сервисное предприятие, которое несет затраты на поставку и хранение необходимого запаса. Проблемами прогнозирования потребности в запасных частях для автосервисов занимались Крамаренко Г. В., Щетина В. А., Кривенко Е. И. [1–3]. Так как формирование потребности в запасах запасных частей для работы автосервисов обусловлено по большей части составом парка автомобилей в регионе и развитостью имеющихся сервисов, определение необходимого запаса запасных частей конкретного сервисного предприятия в

основном зависит от перечня предлагаемых им воздействий и возможной мощности [4–5]. То есть важен спрос на услуги и технические возможности самого сервиса, эксплуатационные показатели и надежность автомобилей не являются определяющими [6–7]. В связи с этим необходимый запас запасных частей определяется расчетными способами на основе спроса.

В случае, когда транспортное предприятие является комплексным, эксплуатирует и поддерживает автомобили в работоспособном состоянии самостоятельно, вопрос обеспечения и управления запасами запасных частей становится одним из значимых и ресурсозатратных.

Проблемами технической эксплуатации и ремонта автомобилей, в том числе и вопросами обеспечения запасными частями занимались Кузнецов Е. С., Власов В. М., Захаров Н. С., Бондаренко Е. В. и другие.

Одним из подходов к определению необходимых запасов и номенклатуры запасных частей является деление на группы – ABC [1–3, 8]. В соответствии с распределением деталей по группам организуется система обеспечения запасными частями, в автотранспортных предприятиях хранятся в основном детали группы А, детали групп В и С хранятся на складах более высокого уровня, на центральном складе или заводе-изготовителе. Однако данный подход весьма приблизительно учитывает влияние условий эксплуатации и надежности автомобилей, базируясь на расходах прошлых периодов.

Кузнецов Е. С. и Власов В. М. предложили определять размер заказа запасных частей приближенно по формуле Уилсона, учитывая усредненные затраты и издержки, а также годовую потребность в деталях в стоимостном выражении, что не позволяет определить номенклатуру запасных частей [9, 10, 11].

Оренбургские ученые проводят исследования по повышению эффективности эксплуатации автотранспортных средств на основе определения оптимальных параметров системы входного контроля качества запасных частей, так как от качества запасных частей зависит их надежность и срок эксплуатации [12], но в исследованиях не

рассматривается вопрос необходимой номенклатуры запасов запасных частей.

Глущенко А. А. в своей работе рассчитывал потребность в запасных частях на основе вычисления средних удельных затрат на запасные части, которые используются в процессе эксплуатации автомобилей при проведении техобслуживания и ремонта, и номенклатурной нормы расхода запасных частей, что позволило определить необходимый для запасов бюджет либо расход конкретной детали на 100 автомобилей в год [13]. Данные нормативы только примерно учитывают номенклатуру запасных частей без учета надежности узлов и агрегатов.

Говорущенко Н. Я. предложил при планировании потребности в материально-технических ресурсах на автотранспортных предприятиях необходимый запас запасных частей рассчитывать в зависимости от веса автомобиля и срока хранения запасных частей [14], далее корректировать его с учетом лишних и ненужных запасов на складе. Очевидно, что данный подход не принимает во внимание факторы условий эксплуатации, технического состояния подвижного состава, его надежности и прочих важных аспектов.

Ученые Луганского национального университета ведут исследования по определению запасов запасных частей на основе коэффициента технической готовности как показателя эффективности использования подвижного состава на автотранспортных предприятиях, который зависит в том числе и от надежности автомобилей [15].

Изучению оптимального объема запаса запасных частей с учетом экономической эффективности посвящены работы ученых Донецкого национального технического университета, проведенные исследования учитывают число отказов и интенсивность замены деталей [8, 16].

Управление эксплуатационными, техническими и организационными условиями может быть эффективным методом воздействия автотранспортных организаций на расход запасных частей и материалов. Принято использовать следующие методы определения потребности в запасных частях [10]: экспертные (метод Дельфи,

априорное ранжирование), статистические (временные ряды, логистическое дерево, среднемесячная потребность), нормативные (по фактическому спросу, среднему числу замен, по ресурсу до первой замены, методом дополнительного учета вариаций).

Авторами работы [17] рассматривается система, влияющая на формирование потребности в запасных частях на основе концепции формирования реализуемого качества (рис. 1).

Таким образом, значимыми факторами, влияющими на потребность в запасных частях, считаем условия эксплуатации и надежность автомобилей. Данные факторы изменяются по времени. В работе авторов [11] подтверждена распространенная практика формирования запасов запасных частей на основе статистики прошлых периодов. Предлагается при планировании запасов запасных частей учитывать срок эксплуатации и пробеги автомобилей (с увеличением пробега и срока эксплуатации автомобиля расход запасных частей увеличивается), что, по сути, подтверждает влияние на расход запасных частей надежности автомобиля, т.к. она изменяется во времени.

Номенклатура и количество необходимых запасных частей должны определяться исходя из надежности узлов и агрегатов.

Итак, на данный момент существует множество подходов и методик прогнозирования потребности в запасных частях для автомобилей, но методики, которая дает возможность более точного прогнозирования номенклатуры и оптимально-

го количества запасных частей для предприятий автомобильного транспорта, не существует.

Большинство подходов к определению запасов дают усредненные значения запасов либо ведут к формированию определенной группы запасов, что не отражает полной потребности автотранспортного предприятия в разрезе номенклатуры и количества, соответственно, прогноз расходования обладает низкой достоверностью. Комплексные предприятия в результате оценки своей деятельности за год констатируют наличие невостребованных запасных частей, потери прибыли от незапланированного простоя по причине отсутствия необходимых запасных частей.

Таким образом, исследования, позволяющие определить более совершенную по точности методику прогнозирования потребности в запасных частях в разрезе номенклатуры и количества, являются актуальной отраслевой задачей.

2. Материалы и методы

В основе исследования лежит системный подход, объектом является система управления запасами запасных частей на комплексных предприятиях автомобильного транспорта. Предмет исследования – это закономерности изменения расходования запасных частей в зависимости от надежности автомобилей.

Основываясь на существующих исследованиях [4–7, 18], можно сделать следующие выводы:

- для предприятий автомобильного транспорта от 20 до 45 % эксплуатационных затрат составляют затраты на запасные части;



Рис. 1. Система формирования потребности в запасных частях на основе концепции формирования реализуемого качества [17]

Fig. 1. System for forming the demand for spare parts based on the concept of realizable quality [17]

- с увеличением срока эксплуатации и/или пробега автомобилей их надежность снижается;
- снижение надежности автомобилей приводит к увеличению расхода запасных частей;
- увеличение расхода запасных частей является следствием выхода из строя большого количества систем, узлов и агрегатов.

Применение системного анализа и синтеза позволило определить, что формирование затрат на запасные части можно определить с учетом нескольких параметров (рис. 2), в рассматриваемую систему входят:

1. Надежность автомобиля и ее влияние на потребность в запасных частях, на основе которой возможно деление запасов на группы в зависимости от надежности узлов и агрегатов.
2. Интенсивность эксплуатации автомобилей и ее влияние на изменение надежности систем, узлов и агрегатов.
3. Затраты на приобретение запасных частей, включающие их стоимость и затраты на поставку.
4. Затраты на хранение запасных частей, определяющиеся сроком хранения: чем дольше запчасти хранятся, тем дороже для предприятия становятся. Поэтому важно хранить только востребованную номенклатуру запасных частей и оформлять поставку запаса ближе к моменту его потребления (использования запасных частей для поддержания работоспособности автомобилей).



Рис. 2. Параметры формирования затрат
Fig. 2. Cost formation parameters

3. Результаты и обсуждение

Изменение надежности и затрат на запасные части за период эксплуатации автомобилей представлены на рис. 3.

Гипотеза: надежность узлов и агрегатов изменяется во времени и влияет на затраты на запасные части. С увеличением срока эксплуатации автомобилей снижается их надежность, и потребность в запасных частях увеличивается, следствием чего является увеличение затрат на запасные части.

По мере эксплуатации автомобиля количество отказов увеличивается (черная линия, левая шкала), что свидетельствует о снижении его надежности (рис. 3). Восстановление работоспособности автомобиля связано с потреблением запасных частей, которые приобретаются, как правило, до момента возникновения потребности в них (серая линия, правая шкала) (рис. 3).

Таким образом, затраты на запасные части предшествуют возникновению отказа, а при традиционном планировании запасов часть затрат ввиду неправильного планирования номенклатуры или количества запасов является необоснованным. Существует оптимальное значение затрат на запасные части (горизонтальная пунктирная линия) (рис. 3), после достижения которого необходимо проводить оценку надежности автомобиля и определять целесообразность дальнейшей его эксплуатации.

Как правило, номенклатура запасных частей формируется для двух видов воздействий: технические обслуживания и ремонт.

Номенклатура запасных частей для проведения текущего обслуживания, включая сезонное обслуживание, известна и регламентирована инструкциями завода-изготовителя.

Существуют оптимальные затраты на запасные части $Z_{зч}$, которые формируются из затрат на запасные части для техобслуживания $Z_{то}$ – стремимся к максимальному снижению затрат на хранение – и затрат на запасные части для ремонта Z_p – стремимся снизить количество невостребованных запасных частей $Z_{не}$, тем самым снижая затраты $Z_{зч}$.

Целевая функция (1) будет иметь вид:

$$Z_{зч} = Z_{то} + Z_p \rightarrow \min \quad (1)$$

Затраты $Z_{то}$ на запасные части для техобслуживания формируются следующим образом:

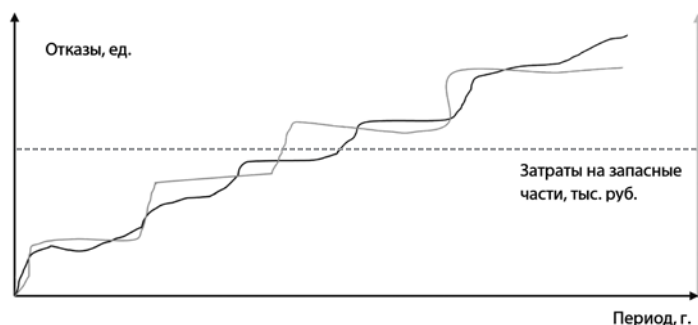


Рис. 3. Изменение надежности и затрат на запасные части за период эксплуатации автомобилей

Fig. 3. Change in reliability and costs for spare parts over the period of vehicle operation

$$Z_{TO} = Z_n + Z_d + Z_x \quad (2)$$

где Z_n – затраты на приобретение;

Z_d – затраты на доставку;

Z_x – затраты на хранение.

Затраты на хранение Z_x формируются следующим образом:

$$Z_x = Z_c \cdot P_x \quad (3)$$

где Z_c – затраты на хранение за n период хранения;
 P_x – период хранения для ТО, должен стремиться к 0. $P_x(Z_{TO}) \geq 0$.

Затраты на запасные части для ремонта Z_p складываются из:

$$Z_p = Z_n + Z_d + Z_x + Z_{nv} \quad Z_p(Z_p) \geq 0, \quad (4)$$

где Z_{nv} – затраты на запасные части, не востребованные в n период.

В целях снижения затрат необходимо определять перечень в зависимости от надежности автомобиля (по частоте возникновения отказов).

4. Заключение

1. Значительная часть эксплуатационных затрат автомобилей (до 45 %) приходится на запасные части. Сокращение затрат на запасные части возможно путем изменения планирования и организации поставки запасов запасных частей.
2. С увеличением срока эксплуатации автомобилей их надежность снижается и увеличи-

вается количество отказов, соответственно, потребность в запасных частях повышается.

3. Запасные части расходуются для проведения технических обслуживаний и ремонтов. Для проведения текущих обслуживаний, включая сезонное обслуживание, периодичность и номенклатура регламентирована заводом-изготовителем. В связи с этим планирование запасов для проведения технических обслуживаний производится исходя из подвижного состава и периодичности их проведения. Возникновение потребности в запасных частях для проведения текущего ремонта зависит от надежности автомобиля, которая, в свою очередь, реализуется в зависимости от условий и интенсивности эксплуатации, а также срока эксплуатации автомобиля.

Исследования, направленные на изучение формирования потребности в запасах запасных частей с учетом надежности, являются актуальными. Влияние надежности автомобилей на номенклатуру и количество необходимых запасных частей изучено на данный момент только по отдельным узлам и агрегатам, а разработанной системы управления не существует. Прогнозирование запасов запасных частей на основе надежности позволит управлять запасами запасных частей, минимизируя срок их хранения и приобретение невостребованных запасных частей.

Библиографический список

1. Крамаренко, Г. В. Расчет потребности в запасных частях / Г. В. Крамаренко, Е. И. Кривенко. – Текст : непосредственный // Автомобильный транспорт. – 1982. – № 2. – С. 36–38.
2. Щетина, В. А. Снабжение запасными частями на автомобильном транспорте / В. А. Щетина, В. С. Лукинский, В. И. Сергеев. – Москва : Транспорт, 1988. – 112 с. – Текст : непосредственный.
3. Кривенко, Е. И. Исследование надежности агрегатов трансмиссии грузовых автомобилей : автореферат дис. на соискание ученой степени кандидата технических наук / Моск. автомоб.-дор. ин-т. – Москва, 1968. – 25 с. – Текст : непосредственный.

4. Волгин, В. В. Запасные части. Особенности маркетинга и менеджмента. Анализ. Методика. Практикум / В. В. Волгин. – Москва : Ось-89, 1997. – 125 с. – Текст : непосредственный.
5. Управление автосервисом : учебное пособие для студентов транспортных вузов / под общ. ред. Л. Б. Миротина. – Москва : Экзамен, 2004. – 318 с. – Текст : непосредственный.
6. Марков, О. Д. Автосервис: Рынок. Автомобиль. Клиент / О. Д. Марков. – Москва : Транспорт, 1999. – 270 с. – Текст : непосредственный.
7. Закономерности системы управления складом автомобильных запасных частей / В. М. Терских, В. Н. Катаргин, А. А. Сбитнева, Е. С. Михайлова. – Текст : непосредственный // Транспорт на альтернативном топливе. – 2017. – № 1 (55). – С. 36–42.
8. Судак, Ф. М. Усовершенствование методики расчета необходимого количества запасных частей на предприятиях автомобильного транспорта / Ф. М. Судак, И. Ф. Воронина, А. И. Заика. – Текст : непосредственный // Вести Автомобильно-дорожного института. – 2018. – № 3 (26). – С. 44–48.
9. Техническая эксплуатация автомобилей / под ред. Е. С. Кузнецова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Транспорт, 1991. – 416 с. – Текст : непосредственный.
10. Захаров, Н. С. Совершенствование методики формирования потребности в запасных частях для автомобилей при обслуживании объектов нефтегазодобычи / Н. С. Захаров, С. А. Теньковская, А. В. Власов. – DOI 10.15593/24111678/2019.02.04. – Текст : непосредственный // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2019. – № 2. – С. 32–40.
11. Теньковская, С. А. Повышение эффективности управления материальными запасами автотранспортного предприятия в условиях Крайнего севера и Сибири / С. А. Теньковская, А. В. Власов. – DOI 10.15593/24111678/2020.02.07. – Текст : непосредственный // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2020. – № 2. – С. 61–69.
12. Improving the efficiency of vehicle operation by defining the organizational and methodological parameters of the spare parts incoming inspection system / E. V. Bondarenko, D. A. Dryuchin, A. A. Goncharov [et al.]. – DOI 10.1007/978-3-031-11058-0_110. – Текст : непосредственный // Networked Control Systems for Connected and Automated Vehicles. Vol.1. – Cham : Springer, 2022. – P. 1083–1089. – URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-11058-0_110.
13. Глущенко, А. А. Эксплуатация автомобилей и тракторов : учебное пособие для студентов инженерно-физического факультета / А. А. Глущенко. – Ульяновск : УлГУ, 2019. – 280 с. – Текст : непосредственный.
14. Говорущенко, Н. Я. Техническая эксплуатация автомобилей. – Харьков : Высшая школа, 1984. – 312 с. – Текст : непосредственный.
15. Верительник, Е. А. Техничко-экономические показатели работы склада запасных частей как элемента автотранспортного предприятия / Е. А. Верительник, М. Т. Таращанский. – Текст : непосредственный // Мир транспорта и технологических машин. – 2019. – № 2 (65). – С. 116–124.
16. Оптимизация заказа запасных частей на автотранспортных предприятиях / И. Ф. Воронина, Ф. М. Судак, В. С. Перов [и др.]. – Текст : непосредственный // Вести Автомобильно-дорожного института. – 2021. – № 1 (36). – С. 50–55.
17. Структура системы при моделировании расхода запасных частей для транспортно-технологических машин в нефтегазодобыче / Н. С. Захаров, О. А. Новоселов, Р. А. Зиганшин, А. Н. Макарова. – Текст : непосредственный // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – № 5. – С. 193–195.
18. Обзор потребности и методов оптимизации запасов запасных частей дилерской сети СТО / В. В. Гулый, А. А. Солнцев, А. А. Акулов, В. С. Ершов. – Текст : непосредственный // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2022. – № 1 (68). – С. 11–16.

References

1. Kramarenko, G. V., & Krivenko, E. I. (1982). Raschet potrebnosti v zapasnykh chastyakh. Avtomobil'nyy transport, (2), pp. 36–38. (In Russian).
2. Shchetina, V. A., Lukinsky, V. S., & Sergeev, V. I. (1988). Snabzhenie zapasnymi chastyami na avtomobil'nom transporte. Moscow, Transport Publ., 112 p. (In Russian).
3. Krivenko, E. I. (1968). Issledovanie nadezhnosti agregatov transmissii gruzovykh avtomobiley. Avtoref. diss. ... kand. tekhn. Nauk. Moscow, 25 p. (In Russian).
4. Volgin, V. V. (1997). Zapasnye chasti: Osobennosti marketinga i menedzhmenta : Analiz. Metodika. Praktikum. Moscow, Os'-89 Publ., 125 p. (In Russian).

5. Mirotin, L. B. (eds.). (2004). Upravlenie avtoservisom. Moscow, Ekzamen Publ., 302 p. (In Russian).
6. Markov, O. D. (1999). Avtoservis: Rynok. Avtomobil'. Klient. Moscow, Transport Publ., 270 p. (In Russian).
7. Terskih, V., Katargin, V., Sbitneva, A., & Mihaylova, E. (2017). Common factors of the warehouse automotive spare parts management system. *Transport na al'ternativnom toplive*, (1(55)), pp. 36-42. (In Russian).
8. Sudak, F. M., Voronina, I. F., & Zaika, A. I. (2018). Design procedure improvement of necessary number of spare parts at automobile transport enterprises. *Bulletin of the Automobile and Highway Institute*, (3(26)), pp. 44-48. (In Russian).
9. Kuznetsov, E. S. (eds.). (1991). Tekhnicheskaya ekspluatatsiya avtomobiley. 3rd edition, revised. Moscow, Transport Publ., 413 p. (In Russian).
10. Zaharov, N. S., Tenkovskaya, S. A., & Vlasov, A. V. (2019). Improvement of the methodology for forming the need for spare parts for cars when servicing oil and gas production facilities. *Transport. Transport facilities. Ecology*, (2), pp. 32-40. (In Russian).
11. Tenkovskaya, S. A., & Vlasov, A. V. (2020). Improving the efficiency of material stocks management of a motor transport company in the conditions of far north and Siberia. *Transport. Transport facilities. Ecology*, (2), pp. 61-69. (In Russian).
12. Bondarenko, E. V., Dryuchin, D. A., Goncharov, A. A., Bulatov, S. V., & Feklin, E.V. (2022). Improving the efficiency of vehicle operation by defining the organizational and methodological parameters of the spare parts incoming inspection system. In: Guda, A. (eds). (2022). *Networked Control Systems for Connected and Automated Vehicles*. Cham, Publ. Springer, pp. 1083-1089. Available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-11058-0_110. (In English).
13. Glushchenko, A. A. (2019). *Ekspluatatsiya avtomobiley i traktorov*. Ulyanovsk, Ulyanovsk State University Publ., 232 p. (In Russian).
14. Govorushchenko, N. Ya. (1984). Tekhnicheskaya ekspluatatsiya avtomobiley. Kharkiv: Vysshaya shkola Publ., 312 p. (In Russian).
15. Veritelnyk, E. A., & Tarashchanskii, M. T. (2019). Technical and economic indicators of work of a spare parts warehouse such as element of a motor company. *World of Transport and Technological Machines*, (2(65)), pp. 116-124. (In Russian).
16. Voronina, I. F., Sudak, F. M., Perov, V. S., Shapovalov, S. M., Troitskii, I. A., & Molozin, F. V. (2021). Optimization of the spare parts order at the motor transport enterprises. *Bulletin of the Automobile and Highway Institute*, (1(36)), pp. 50-55. (In Russian).
17. Zakharov, N. S., Novoselov, O. A., Ziganshin, R. A., & Makarova, A. N. (2014). A system structure at modelling of spare parts expenditure for transport-technological machines in oil-and-gas production. *Scientific and Technical Volga Region Bulletin*, (5), pp. 193-195. (In Russian).
18. Guliy, V. V., Solntsev, A. A., Akulov, A. A., & Ershov, V. S. (2022). Overview of the needs and methods of optimizing the stock of spare parts of the dealer network service stations. *Vestnik MADI*, (1(68)), pp. 11-16. (In Russian).

Сведения об авторах

Ишкин Юрий Дмитриевич, аспирант кафедры эксплуатации автомобильного транспорта, Тюменский индустриальный университет, e-mail: yrtmn@outlook.com

Захаров Николай Степанович, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой сервиса автомобилей и технологических машин, Тюменский индустриальный университет, e-mail: zaharovns@tyuiu.ru. ORCID 0000-0001-8415-0505

Ишкина Елена Геннадьевна, канд. техн. наук, доцент кафедры технологии машиностроения, Тюменский индустриальный университет, e-mail: ishkinaeg@tyuiu.ru. ORCID 0000-0002-8354-9415

Information about the authors

Yuri D. Ishkin, Postgraduate at the Department of Road Transport Operation, Industrial University of Tyumen, e-mail: yrtmn@outlook.com

Nikolay S. Zakharov, D. Sc. in Engineering, Professor, Head of the Department of Automobile and Technological Machinery Service, Industrial University of Tyumen, e-mail: zaharovns@tyuiu.ru. ORCID 0000-0001-8415-0505

Elena G. Ishkina, Cand. Sc. in Engineering, Associate Professor at the Department of Mechanical Engineering Technology, Industrial University of Tyumen, e-mail: ishkinaeg@tyuiu.ru. ORCID 0000-0002-8354-9415