

**Н.С. Захаров, С.А. Теньковская, А.В. Власов**

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОТРЕБНОСТИ  
В ЗАПАСНЫХ ЧАСТЯХ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ  
ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ**

Обоснована необходимость определения экономически целесообразного способа формирования резерва запасных частей автомобилей предприятий технологического транспорта нефтегазодобывающего управления (ПТТ НГДУ). Раскрыта актуальность рационального обеспечения запасными частями автотранспортного предприятия в условиях Севера и Сибири. Выделены особенности эксплуатации автомобилей в условиях Крайнего Севера. Определены причины изменения затрат на техническое обслуживание и ремонт. Выявлены различия между физическим и моральным износом автомобилей. Систематизированы факторы, влияющие на формирование резерва запасных частей автомобилей. Проведен анализ и систематизация методологических подходов к формированию резерва запасных частей автомобилей. Методы распределены на три группы: статистические, экспертные, нормативные. Определен наиболее рациональный (статистический) метод формирования резерва запасных частей автомобилей ПТТ НГДУ. Для оценки влияния пробега с начала эксплуатации на расход запасных частей проведены экспериментальные исследования в условиях управления технологического транспорта нефтегазодобывающего предприятия. Проведен анализ и обработка полученной информации в соответствии с общепринятыми в теории надежности методами с помощью программ Excel и STATISTICA. Установлена зависимость затрат на запасные части автомобилей от пробега и времени с начала эксплуатации. Сделан вывод, что с увеличением срока эксплуатации автомобиля при одновременном расширении номенклатуры сумма затрат на запасные части увеличивается в 2–3 раза. Результаты исследования позволяют: минимизировать затраты на приобретение запасных частей; снизить простои автомобилей в ожидании ремонта; решить вопрос своевременного обеспечения автотранспортного предприятия запасными частями; повысить конкурентоспособность предприятия на рынке автотранспортных услуг; оптимизировать использование площадей складов запасных частей; рационализировать срок службы автомобилей.

**Ключевые слова:** оптимизация, затраты на запасные части, наработка, резерв запасных частей, складская логистика, потребность.

**N.S. Zaharov, S.A. Tenkovskaya, A.V. Vlasov**

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russian Federation

**IMPROVEMENT OF THE METHODOLOGY FOR FORMING THE NEED  
FOR SPARE PARTS FOR CARS WHEN SERVICING OIL AND GAS  
PRODUCTION FACILITIES**

In the article the need to determine economically feasible method of forming a reserve of spare parts for cars of oil and gas production department technological transport enterprises (TTE) is substantiated. The factors influencing the formation of reserve of spare parts for cars are defined. Methodological approaches to the formation of the reserve of spare parts for cars are analyzed and systematized. The most rational method of forming a reserve of spare parts for cars of oil and gas TTE is determined. The dependence of the cost of spare parts for cars on the mileage and time since the beginning of operation is established.

**Keywords:** optimization, spare parts costs, operating time, spare parts reserve, warehouse logistics, need.

Автотранспортные предприятия (АТП) России в настоящее время уделяют значительное внимание проблеме управления запасами запасных частей. Запасами на АТП принято считать совокупность материалов и запасных частей, которые представляют собой временно не используемые экономические ресурсы. Запас при этом не должен превышать определенную норму, детали не должны храниться длительное время без движения, чтобы избежать замораживания оборотных средств автотранспортного предприятия. С другой стороны, чрезмерное снижение уровня запасов запасных частей грозит увеличением расходов, связанных с длительными про-

стоями из-за отсутствия необходимых для ремонта запчастей. Таким образом, определение оптимального количества и номенклатуры запасных частей на АТП является одной из приоритетных задач управления затратами на эксплуатацию и повышения технической готовности подвижного состава [1, 2].

Особую актуальность приобретает проблема рационального обеспечения запасными частями в условиях Севера и Сибири. К особенностям эксплуатации автомобилей в условиях Крайнего Севера относятся: неблагоприятные метеорологические условия (крайне низкие температуры, предельные скорости ветра), перебазировка машин с объекта на объект, работа с отрывом от основных баз в отдаленных районах. При этом от одного часа простоя потери основного производства оказываются в несколько раз выше стоимости запасной части, из-за отсутствия которой произошли простои. Однако службы материально-технического обеспечения (МТО) на автотранспортных предприятиях должны иметь в качестве конечной цели обеспечение всеми необходимыми запчастями при минимизации совокупных затрат на организацию процесса снабжения с учетом потерь от возможного дефицита, а не формирование запасов как таковых [2–5].

При расчете затрат на поддержание работоспособности автомобиля в процессе эксплуатации основную стоимостную нагрузку несут затраты на приобретение запасных частей. За период эксплуатации они составляют около 70 % общей средневзвешенной стоимости услуг по техническому обслуживанию (ТО) и ремонту на один автомобиль [6].

Решение задачи по формированию резерва запасных частей в транспортных подразделениях нефтегазодобывающих предприятий оказывает непосредственное влияние на эффективность использования автомобилей (рис. 1) [7].

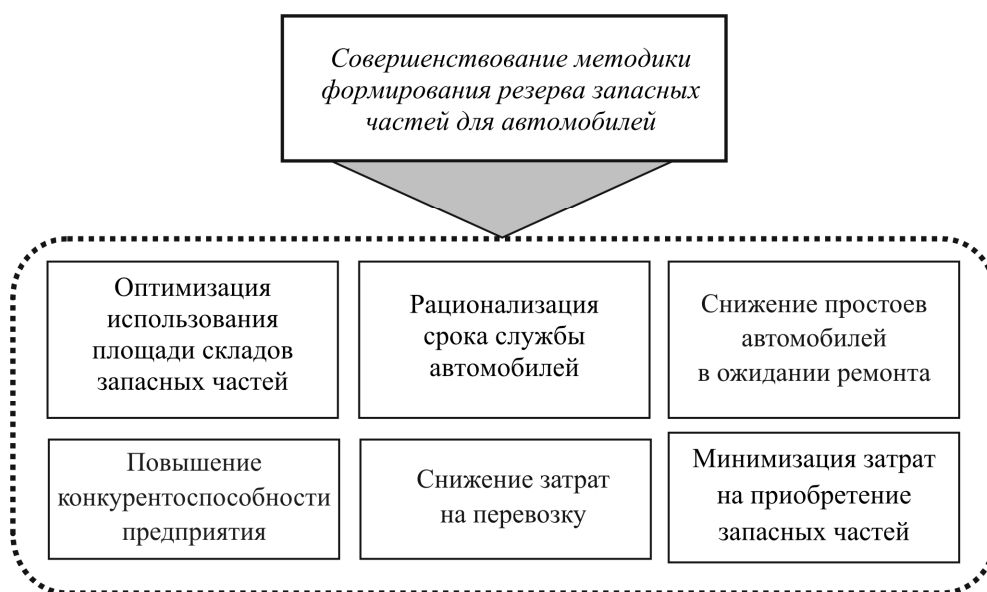


Рис. 1. Результаты совершенствования методики формирования резерва запасных частей для автомобилей НГДП

Потребность в запасных частях для ТО и ремонта выявляется в процессе эксплуатации автомобилей и определяется уровнем технической эксплуатации, надежностью автомобиля, условиями эксплуатации.

Изменение затрат на ТО и ремонт происходит по двум основным причинам:

- физический износ – это утрата автомобилем своих первоначальных производственно-технических качеств в процессе работы или бездействия, представляет собой материальное изнашивание, вызываемое усталостью металла, вибрацией, трением и другими разрушающими явлениями, возникающими в процессе эксплуатации автомобилей;

– моральный износ – проявление износа заключается в том, что пригодные по своему физическому состоянию автомобили становятся невыгодными с экономической точки зрения по сравнению с новыми автомобилями.

При этом можно выделить основные факторы, оказывающие влияние на расход запасных частей, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Факторы, влияющие на потребление запасных частей

Автор	Факторы, влияющие на потребление запасных частей
А.А. Звягин	Организация производства и транспортного процесса, надежность подвижного состава, режим эксплуатации, система планирования расхода материалов и запасных частей, квалификация персонала, общий срок службы автомобиля
Т.Г. Токарев	Технологические: качество поставленных запасных частей, качество технического обслуживания и ремонта, используемые эксплуатационные материалы. Конструкционные: унификация, сложность конструкции автомобиля, надежность автомобиля. Организационные: возрастная структура, структура парка по типам и моделям, уровень концентрации автомобилей. Эксплуатационные: квалификация водителей, интенсивность эксплуатации автомобиля, транспортные условия эксплуатации, природно-климатические условия
Б.В. Гольд	Технология технического обслуживания и текущего ремонта: качество ТО и ТР, качество эксплуатационных материалов, качество новых и восстановленных запчастей. Организация технического обслуживания и текущего ремонта: обеспеченность технологической и нормативной документацией, условия хранения автомобилей, квалификация исполнителей по техническому обслуживанию и ремонту, уровень организации технического обслуживания и текущего ремонта

На предприятиях Крайнего Севера и Сибири определение потребности в запасных частях автомобилей в настоящее время затруднено. Доказательством этому служит огромный моральный ущерб предприятий от децентрализованных закупок, простоев бригад основного производства из-за отсутствия запасных частей к автомобилям и хранения сверхнормативных запасов. Основной причиной создавшейся ситуации служит отсутствие использования на предприятиях научно обоснованной системы формирования резерва запасных частей [8, 9].

Метод, используемый на предприятии для определения потребности в запасных частях, оказывает непосредственное влияние на его экономические и производственные показатели [10, 11].

Основные методы определения потребности в запасных частях представлены на рис. 2.



Рис. 2. Классификация методов определения потребности в запасных частях

Анализ основных методов определения потребности в запасных частях представлен в табл. 2 [12].

Таблица 2

Методы определения потребности в запасных частях

Метод определения потребности в запасных частях	Суть метода определения потребности в запасных частях
1	2
<b>Статистические методы</b> – методы анализа статистических данных. Они основываются на исследовании количественной стороны данных, объектов или явлений	
Метод временных рядов	Метод временных рядов включает: <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Метод подвижного (скользящего) среднего – заключается в том, что расчет показателей на прогнозируемый период осуществляется путем усреднения значений этого показателя за несколько предшествующих периодов.</li> <li>♦ Метод экспоненциального сглаживания – основывается на учете отклонения предыдущего прогноза от реального показателя, он является простым в применении, к тому же достаточно точным. Он принимает в расчет данные за все имеющиеся периоды и придает первостепенную значимость последним наблюдениям. В основе этого метода лежат предположения о регулярности эволюции факторов внешней среды и стабильности причинно-следственных связей, что делает возможным использование приемов экстраполяции тенденции, наблюдаемой в прошлом, на будущее.</li> <li>♦ Метод проецирования тренда – заключается в построении прямой, «в среднем» наименьшим образом уклоняющейся от массива точек, заданного временным рядом</li> </ul>
Метод логического дерева	Заключается в определении наиболее существенных факторов и разбиении диапазона значений параметров, которые им соответствуют, на диапазоны, внутри которых различиями значений параметров пренебрегают. Главными принципами данного метода являются: установление корреляции потребления запасных частей с другими факторами (например, состав парка автомобилей); использование выявленных корреляций для прогнозирования потребности в замене эксплуатируемых деталей в прогнозном периоде; определение полного ассортимента запасных частей, которые находятся в текущей эксплуатации
Метод среднемесячной потребности	Используется, когда статистические данные не позволяют проводить сложный анализ и учитывать влияние коррелирующих факторов, а также в случае оценочного прогноза для принятия оперативных управленческих решений. Это упрощенный метод прогнозирования потребности в запасных частях
<b>Экспертные методы</b> представляют собой процедуру, позволяющую группе экспертов прийти к единому мнению	
Априорное ранжирование	В основе метода лежит оценка группой специалистов, компетентных в рассматриваемом вопросе, исследуемых факторов. Метод обладает рядом преимуществ: универсальность и оперативность, небольшой объем работ, простота. Недостатками метода являются: влияние квалификации экспертов на конечную оценку, определенная субъективность
Метод Дельфи [13]	Основан на возможности подвергнуть мнение эксперта критическому анализу со стороны остальных экспертов. Преимущества метода: управляемая обратная связь, анонимность. Недостатком метода является влияние мнения большинства экспертов на оценки в итерациях, последующих за первым туром
<b>Нормативный метод</b> основывается на расчете удельных норм расхода запасных частей по весовому признаку, т.е. по массе нетто за год. Проводится статистическое исследование по расходу запасных частей и выполняются расчеты с использованием математического аппарата. Исследуется определенная выборка автомобилей, эксплуатируемых не менее 10 лет в течение календарного года, составляются исходные данные и выполняются расчеты с использованием методов математической статистики	

1	2
Нормы расхода запасных частей по ресурсу до 1-й замены детали	<p>Определяются по формуле</p> $H_n = \frac{L_T}{\mu \cdot L_1} \cdot 100,$ <p>где <math>L_1</math> – ресурс до 1-й замены детали; <math>L_T</math> – средний годовой пробег автомобиля; <math>\mu</math> – коэффициент восстановления ресурса</p>
По фактическому рыночному спросу на запасные части	<p>Метод используется на мелких предприятиях с небольшой численностью подвижного состава. Основным условием использования данного метода является наличие оперативной обратной связи в системе материально-технического обеспечения и достоверность исходной информации по спросу. Колебания спроса или неточность информации могут привести к неоправданно высокому резервному запасу, а также дефициту по отдельным позициям номенклатуры запасных частей. При этом разница между объемом резерва и реальной потребностью в запасных частях зачастую оказывается значительной и в отдельных случаях достигает 60–65 %</p>

Наиболее точными и достоверными являются методы, основанные на экономико-математических моделях с применением исследовательского аппарата различных дисциплин (рис. 3).

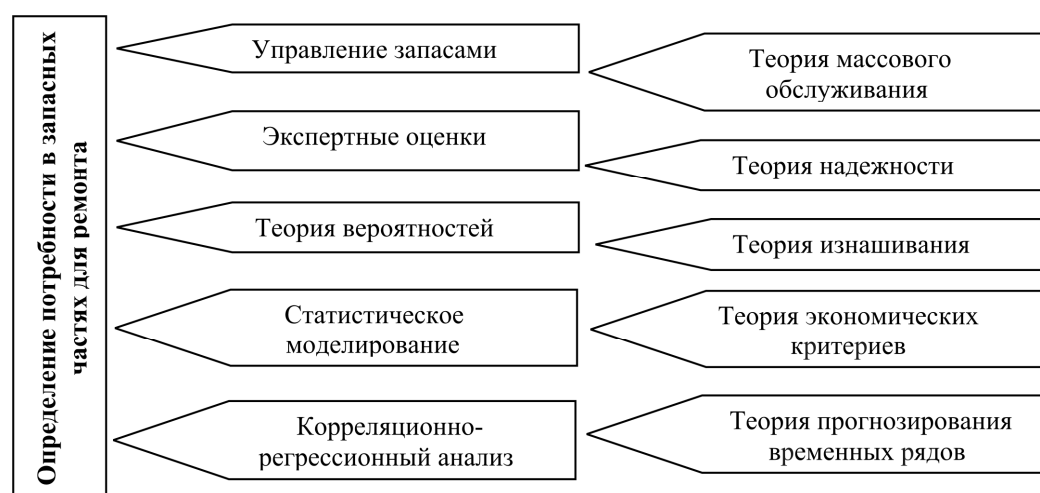


Рис. 3. Теоретическая база определения потребности в запасных частях

Таким образом, для определения оптимального и экономически выгодного резерва запасных частей автомобилей существует достаточно методик, и, хотя самая широко применяемая среди них нормативная (весовая), мы считаем, что наиболее рационально использовать статистические методики, подразумевающие построение математических моделей [14, 15].

В работе была поставлена цель совершенствования методики формирования резерва запасных частей автомобилей одного из крупнейших нефтегазодобывающих предприятий.

Исследуемое предприятие не только сохранило, но и продолжает увеличивать транспортный комплекс, в отличие от многих других компаний нефтегазовой отрасли, которые вывели транспортные предприятия из своего состава. Транспортники первыми приходят на объекты добычи или будущего производства, они обеспечивают стабильный рабочий процесс при разведке, освоении и дальнейшей эксплуатации месторождений, участвуют во всех технологических процессах. В рассматриваемой компании 37 структурных подразделений имеют на балансе транспорт, включая семь управлений технологического транспорта, шесть транспортных подразделений, входящих в состав НГДУ, 22 специализированных подразделения других управлений и трестов. Управление технологического транспорта, спецтехники и автомобильных дорог курирует работу транспортных предприятий данной компании.

Типичная структура парка автомобилей предприятия технологического транспорта нефтегазодобывающей отрасли представлена на рис. 4.

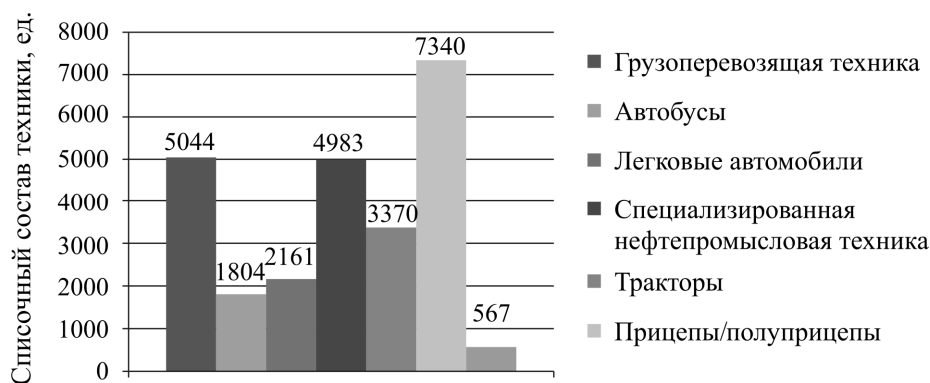


Рис. 4. Типичная структура парка автомобилей предприятия технологического транспорта

Таким образом, для предприятия, имеющего существенное количество единиц автомобильной техники, в связи с тем, что в структуре затрат затраты на запасные части занимают наибольший удельный вес, формирование резерва запасных частей автомобилей является одной из приоритетных задач.

В настоящее время на нефтегазодобывающих предприятиях Сибири и Севера, в том числе на исследуемом предприятии, для формирования резерва запасных частей чаще всего используется нормативный и статистический метод, основанный на расчете затрат на запасные части по предшествующему году (запасные части закупаются исходя из номенклатуры прошлого года, без учета возраста и пробега автомобиля).

Изменившаяся ситуация хозяйственных связей по заказам и поставкам запасных частей потребовала новых подходов и методов нормирования потребности запасных частей. Авторами предлагается использовать статистический метод для формирования резерва запасных частей с учетом возраста и пробега автомобиля. Суть метода заключается в разработке математической модели расчета затрат на запасные части на один автомобиль, а затем на весь парк предприятия по типам автомобилей. Реализация данной методики с использованием методов математической статистики возможна только при использовании логистического подхода к МТО.

Для оценки влияния пробега с начала эксплуатации на расход запасных частей были проведены экспериментальные исследования в условиях управления технологического транспорта нефтегазодобывающего предприятия. Исходные данные за 2006–2015 гг. получили по предприятию, парк подвижного состава которого насчитывает более 350 автомобилей марки КамАЗ.

Автомобили эксплуатировались в идентичных условиях на дорогах с твердым покрытием. Среднегодовые пробеги отличались незначительно и для 80 % автомобилей составляли от 40 до 50 тыс. км. Анализ и обработка полученной информации осуществлялись в соответствии с общепринятыми в теории надежности методами. Обработка полученной информации выполнялась с помощью программ Excel и STATISTICA.

В результате была построена двухфакторная математическая модель, график которой представлен на рис. 5. Как видно из графика, наибольшая сумма затрат на запасные части соответствует наработке 240–270 тыс. км. Следует также отметить, что с увеличением срока эксплуатации автомобиля при одновременном расширении номенклатуры сумма затрат на запасные части увеличивается. Так, для автомобиля, эксплуатируемого 4–5 лет, затраты на запасные части возрастают в 2–3 раза по сравнению с новыми автомобилями.

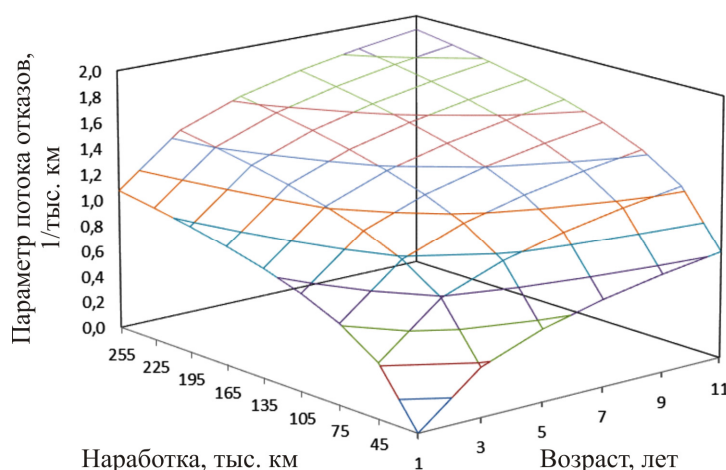


Рис. 5. Влияние наработки с начала эксплуатации и возраста автомобилей на стоимость запасных частей

Исходя из полученных данных установлена зависимость затрат на запасные части от наработки и возраста автомобилей. Анализ показал, что закономерность описывается логарифмической моделью  $C_{зч} = A_0 + A_1 \ln(L) + A_2 \ln(T)$ , где  $A_0 = -1,03$ ;  $A_1 = 0,38$ ;  $A_2 = 0,33$ .

Значение коэффициента детерминации составило 0,84, т.е. можно говорить о сильной зависимости между переменными.

На основе полученных результатов, с использованием математической модели, было осуществлено планирование затрат на запасные части на 2018 г. с учетом морального и физического устаревания автомобилей. По всем деталям сумма затрат, рассчитанная нормативным методом, превышает сумму затрат, рассчитанную с помощью математической модели. При этом на отдельные детали отклонение составляет более 50 %. Это связано с тем, что при нормативном методе не учитывается обновление парка автомобилей, их срок использования и наработка.

Таким образом, на основе пассивного эксперимента установлено:

- с увеличением пробега и возраста автомобиля расход запасных частей увеличивается, следовательно, руководству транспортного предприятия следует принимать взвешенные и обоснованные управленческие решения по формированию резерва запасных частей для транспортных средств;

- на исследуемом предприятии для расчета резерва запасных частей необходимо использовать статистический метод с учетом наработки и времени.

Полученные результаты позволяют:

- минимизировать затраты на приобретение запасных частей;
- решить вопрос своевременного обеспечения автотранспортного предприятия запасными частями;
- снизить простои автомобилей в ожидании ремонта;
- оптимизировать использование площадей складов запасных частей;
- рационализировать срок службы автомобилей;
- повысить конкурентоспособность предприятия на рынке автотранспортных услуг.

### Список литературы

1. Аригин И.Н., Коновалов С.И., Баженов Ю.В. Техническая эксплуатация автомобилей. – Ростов Н/Д: Феникс, 2004. – 315 с.
2. Захаров Н.С., Уулу А.А., Теньковская С.А. Факторы, влияющие на надежность автомобилей-самосвалов при работе в условиях западной Сибири // Транспортное дело России. – 2018. – № 4. – С. 130–132.
3. Баженов Ю.В. Основы теории надежности машин: учеб. пособие. – М., 2012. – 312 с.

4. Гольд Б.В. Основы прочности и долговечности автомобилей. – М.: Машиностроение, 1967. – 212 с.
5. Захаров Н.С., Уулу А.А., Теньковская С.А. Влияние наработки автомобилей нефтегазодобывающего предприятия на расход Запасных частей // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2018. – № 7. – С. 84–88.
6. Автомобили ВАЗ: изнашивание и ремонт / А.А. Звягин, М.А. Масино, А.М. Монтин [и др.]. – Л.: Политехника, 1991. – 255 с.
7. Латыпова Р.А. Регулирование транспортных тарифов: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 1995. – 27 с.
8. Сухов Н. Срок службы автомобиля // Автомобильный транспорт. – 1983. – № 9. – С. 9–11.
9. Токарев Т.Г. Рациональные сроки службы автомобилей. – М.: Автотрансиздат, 1962. – 77 с.
10. Монгуш С.Ч., Ховалыг Н.-Д.К. Сравнительный анализ методов определения оптимальных сроков службы автомобиля // Вестник Тувинского государственного университета. Технические и физико-математические науки. – 2014. – № 3. – С. 84–90.
11. Цикурина Н.В. Эффективность лизинговых операций: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Казань, 1995. – 21 с.
12. Щетина В.А., Лукинский В.С., Сергеев В.И. Снабжение запасными частями на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт, 1990. – 122 с.
13. Хайман, Д.Н. Современная микроэкономика: в 2 т.: пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1992. – 778 с.
14. Маняшин А.В., Маняшин С.А. Методика синтеза ездового цикла автомобиля // Международный научный журнал. – М.: ООО «Спектр», 2013. – № 1. – С. 87–91.
15. Маняшин А.В., Маняшин С.А. Особенности имитационного моделирования расхода топлива автомобилем в городских условиях // Т-comm. Телекоммуникации и транспорт. – М.: ООО «Медиа паблшер», 2011. – № 3. – С. 28–30.

#### References

1. Arinin I.N., Konovalov S.I., Bazhenov Iu.V. Tekhnicheskaya ekspluatatsiya avtomobilei [Technical operation of cars]. *Rostov N/D: Feniks*, 2004. 315 p.
2. Zakharov N.S., Uulu A.A., Ten'kovskaya S.A. Faktory, vliyayushchie na nadezhnost' avtomobilei-samosvalov pri rabote v usloviyakh zapadnoi Sibiri [Factors affecting the reliability of dump trucks when working in conditions of Western Siberia]. *Transportnoe delo Rossii*. 2018. № 4. pp. 130-132.
3. Bazhenov Iu.V. Osnovy teorii nadezhnosti mashin: uchebnoe posobie [Bases of the theory of reliability of cars: manual]. *Moscow*, 2012. 312 p.
4. Gol'd, B.V. Osnovy prochnosti i dolgovechnosti avtomobilei [Bases of durability and durability of cars]. *Moscow, Mashinostroenie*, 1967. 212 p.
5. Zakharov N.S., Uulu A.A., Ten'kovskaya S.A. Vliianie narabotki avtomobilei neftegazodobyvaiushchego predpriatiia na raskhod zapasnykh chastei [Influence of the operating time of automobiles of an oil and gas producing enterprise on the consumption of spare parts]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii*. 2018. № 7. pp. 84-88.
6. Zviagin A.A., Masino M.A., Montin A.M. i dr. Avtomobili VAZ: iznashivanie i remont [Cars VAZ: wear and repair]. *Leningrad, Politehnika*, 1991. 255 p.
7. Latypova, R.A. Regulirovanie transportnykh tarifov [Regulation of transport rates]. Abstract Ph. D. thesis, *Moscow*, 1995. 27 p.
8. Sukhov N. Srok sluzhby avtomobilia [Life cycle of the car]. *Avtomobil'nyi transport*. 1983. № 9. pp. 9-11.
9. Tokarev T.G. Ratsional'nye sroki sluzhby avtomobilei [Rational life cycles of cars]. *Moscow, Avtotransizdat*, 1962. 77 p.
10. Mongush S.Ch., Khovalyg N.-D.K. Sravnitel'nyi analiz metodov opredeleniia optimal'nykh srokov sluzhby avtomobilia [Comparative analysis of optimal car life cycles determination methods]. *Vestnik. Tekhnicheskie i fiziko-matematicheskie nauki*. 2014. № 3. pp. 84-90.
11. Tsikurina, N.V. Effektivnost' lizingovykh operatsii [Effektivnost of leasing operations]: Abstract Ph. D. thesis, *Kazan'*, 1995. 21 p.
12. Shchetina V.A., Lukinskii B.C., Sergeev V.I. Snabzhenie zapasnymi chastiami na avtomobil'nom transporte [Supply of spare parts in road transport]. *Moscow, Transport*, 1990. 122 p.
13. Khaiman, D.N. Sovremennaya mikroekonomika v 2-kh tomakh (perevod s angliiskogo). [Modern microeconomics in 2 volumes (The translation from English)]. *Moscow, Finansy i statistika*, 1992. 778 p.



14. Maniashin A.V., Maniashin S.A. Metodika sinteza ezdogovo tsikla avtomobilia [Synthesis method of driving a car cycle]. *Mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal*. 2013. № 1. pp. 87–91.

15. Maniashin A.V., Maniashin S.A. Osobennosti imitatsionnogo modelirovaniia raskhoda topliva avtomobilem v gorodskikh usloviakh [Features of simulation of fuel consumption by a car in an urban setting]. *T-comm. Telekommunikatsii i transport*. 2011. № 3. pp. 28-30.

Получено 05.04.2019

#### Об авторах

**Захаров Николай Степанович** (Тюмень, Россия) – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой сервиса автомобилей и технологических машин Тюменского индустриального университета (625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38, e-mail: zakharov\_ns@mail.ru).

**Теньковская Светлана Александровна** (Тюмень, Россия) – аспирант кафедры сервиса автомобилей и технологических машин Тюменского индустриального университета (625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38, e-mail: ten\_sa@tsogu.ru).

**Власов Артем Владимирович** (Тюмень, Россия) – студент кафедры менеджмента в отраслях ТЭК Тюменского индустриального университета (625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38, e-mail: arte\_13@mail.ru).

#### About the authors

**Nikolai S. Zaharov** (Tyumen, Russian Federation) – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Service of Cars and Technological Machines, Industrial University of Tyumen (38, Volodarskiy st., Tyumen, 625000, Russian Federation, e-mail: zakharov\_ns@mail.ru).

**Svetlana A. Tenkovskaya** (Tyumen, Russian Federation) – Postgraduate Student, Department of Service of Cars and Technological Machines, Industrial University of Tyumen (38, Volodarskiy st., Tyumen, 625000, Russian Federation, e-mail: ten\_sa@tsogu.ru).

**Artem V. Vlasov** (Tyumen, Russian Federation) – Student, Department of Management in the Fuel and Energy Sector, Industrial University of Tyumen (38, Volodarskiy st., Tyumen, 625000, Russian Federation, e-mail: arte\_13@mail.ru).