

ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ В УСЛОВИЯХ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Е. В. Бондаренко¹, Д. А. Дрючин², С. В. Булатов³

Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия

¹ e-mail: e.v.bondarenko@inbox.ru

² e-mail: dmi-dryuchin@yandex.ru

³ e-mail: bul.sergey2015@yandex.ru

Аннотация. Эффективность эксплуатации транспортных средств в значительной степени зависит от качества запасных частей, используемых при техническом обслуживании и ремонте автотранспортных средств. Значимость рассматриваемого фактора определяется комплексным влиянием на экономические показатели эксплуатации транспортных средств и на показатели безопасности движения. Одним из мероприятий, направленных на повышение эффективности эксплуатации, является организация входного контроля качества запасных частей. Затраты на проведение и технологическая сложность входного контроля существенно варьируются для различных контролируемых объектов, неоднозначен эффект от его внедрения, что определяет актуальность задачи оценки эффективности и целесообразности его организации.

Исходя из актуальности проблемы, сформулирована цель исследования – повышение эффективности эксплуатации автотранспортных средств на основе определения оптимальных параметров системы входного контроля качества запасных частей.

Выдвинута гипотеза о том, что внедрение контроля качества запасных частей в производственный цикл автотранспортных и сервисных предприятий позволит повысить показатели эффективности эксплуатации транспортных средств.

Для достижения поставленной цели разработана математическая модель оценки эффективности входного контроля качества запасных частей. Исходя из параметров разработанной модели, определена целевая функция исследования, установлены ограничения, связанные с условиями эксплуатации транспортных средств. Исходя из результатов анализа оценки значимости факторов, определяющих эффективность транспортной деятельности, в качестве основного критерия эффективности входного контроля качества запасных частей предложено использовать значение суммарных затрат, включающих в себя вероятный ущерб от пропуска бракованной детали, узла, агрегата.

На основе созданной математической модели разработана методика оценки целесообразности организации входного контроля качества запасных частей, используемых при проведении технического обслуживания и ремонта транспортных средств

Для подтверждения выдвинутой гипотезы выполнена проверка адекватности разработанной модели. В качестве базы для проведения исследования выбрано одно из крупнейших пассажирских автотранспортных предприятий города Оренбурга – ЗАО «Автоколонна 1825». В качестве модельного узла рассмотрена карданная передача автобусов семейства КаВЗ. Установлено, что прямые затраты на организацию входного контроля данного узла компенсируются экономией, обусловленной повышением надёжности транспортных средств. Но, исходя из того, что при этом снижается вероятность дорожно-транспортных происшествий, обусловленных выходом из строя карданной передачи, сделаны выводы о целесообразности организации входного контроля.

Ключевые слова: эффективность эксплуатации, автотранспортное средство, автотранспортное предприятие, материально-техническое снабжение, входной контроль, запасная часть, карданный вал.

Для цитирования: Бондаренко Е. В., Дрючин Д. А., Булатов С. В. Оценка целесообразности организации входного контроля качества запасных частей в условиях автотранспортного предприятия // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2021. – № 2. – С. 71–78. DOI: 10.25198/2077-7175-2021-2-71.

EVALUATION OF THE FEASIBILITY OF ORGANIZING INCOMING QUALITY CONTROL OF SPARE PARTS IN A MOTOR TRANSPORT ENTERPRISE

E. V. Bondarenko¹, D. A. Dryuchin², S. V. Bulatov³

Orenburg State University, Orenburg, Russia

¹ e-mail: e.v.bondarenko@inbox.ru

² e-mail: dmi-dryuchin@yandex.ru

³ e-mail: bul.sergey2015@yandex.ru

Abstract. *The efficiency of vehicle operation largely depends on the quality of the spare parts used in the maintenance and repair of vehicles. The significance of the factor under consideration is determined by the complex influence on the economic indicators of vehicle operation and on traffic safety indicators. One of the measures aimed at improving the efficiency of operation is the organization of input quality control of spare parts. The costs of conducting and technological complexity of the input control vary significantly for different controlled objects, the effect of its implementation is ambiguous, which determines the relevance of the task of evaluating the effectiveness and expediency of its organization.*

Based on the urgency of the problem, the aim of the study is to improve the efficiency of the operation of motor vehicles by determining the optimal parameters of the input quality control system for spare parts.

The hypothesis is put forward that the introduction of quality control of spare parts in the production cycle of motor transport and service enterprises will increase the efficiency of vehicle operation.

To achieve this goal, a mathematical model for evaluating the effectiveness of input quality control of spare parts has been developed. Based on the parameters of the developed model, the target function of the study is determined, and restrictions due to the operating conditions of vehicles are established. Based on the results of the analysis of the assessment of the significance of factors that determine the efficiency of transport activities, it is proposed to use the value of total costs, including the likely damage from missing a defective part, unit, or unit, as the main criterion for the effectiveness of input quality control of spare parts.

On the basis of the created mathematical model, a methodology for evaluating the feasibility of organizing input quality control of spare parts used in the maintenance and repair of vehicles is developed.

To confirm the proposed hypothesis, the adequacy of the developed model was checked. One of the largest passenger motor transport enterprises of the city of Orenburg - CJSC «Avtokolonna 1825» was chosen as the base for the study. As a model unit, the gimbal transmission of buses of the KaVZ family is considered. It is established that the direct costs of organizing the input control of this node are compensated by the savings due to the increased reliability of vehicles. But, based on the fact that this reduces the likelihood of road accidents caused by the failure of the cardan transmission, conclusions are drawn about the feasibility of organizing input control.

Key words: *operational efficiency, motor vehicle, motor transport enterprise, logistics, entrance control, spare parts, driveshaft.*

Cite as: Bondarenko, E. V., Dryuchin, D. A., Bulatov, S. V. (2021) [Evaluation of the feasibility of organizing incoming quality control of spare parts in a motor transport enterprise]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii* [Intellect. Innovations. Investments]. Vol. 2, pp. 71–78. DOI: 10.25198/2077-7175-2021-2-71.

Введение

Эффективность коммерческой эксплуатации автотранспортных средств (АТС) зависит от множества факторов, важнейшими из которых являются: методы организации перевозок, состояние производственной базы транспортных предприятий, квалификация персонала и другие [3, 11]. Важнейшим фактором из этого ряда является снабжение автотранспортных и сервисных предприятий запасными частями и материалами [2, 8, 13, 15].

На отечественном рынке в последние десятилетия появилось множество производителей и поставщиков запасных частей, изменились условия поставок, информационное и организационное обеспечение системы материально-технического снабжения. Очевидно, что запасные части, приобретаемые

у разных поставщиков, отличаются стоимостью, качеством, а в ряде случаев, и потребительскими свойствами. В этой связи для службы снабжения автотранспортного предприятия является актуальной проблема определения оптимального соотношения цены, качества и потребительских характеристик приобретаемых запасных частей и комплектующих материалов. Обозначенная проблема усложняется тем обстоятельством, что в партиях поставляемых запчастей варьируется доля бракованных деталей. Неоднозначно влияние качества различных видов запасных частей на безопасность транспортного процесса и риски, обусловленные вероятностью дорожно-транспортных происшествий. Одним из известных методов снижения вероятности отрицательных последствий использования некаче-

ственных запасных частей является организация их входного контроля на базе автотранспортного (сервисного) предприятия. Эффективность организации входного контроля определяется такими факторами, как уровень дефектности, стоимость запчастей, затраты на проведение входного контроля, влияние на надёжность и безопасность транспортных средств и др. [1, 4]. Многообразие и неоднозначность влияния указанных факторов обуславливают актуальность решения проблемы разработки методики оценки целесообразности организации входного контроля запасных частей.

Исходя из вышеизложенного, сформулирована цель исследования: повышение эффективности эксплуатации автотранспортных средств на основе определения оптимальных параметров системы входного контроля качества запасных частей.

Литературный обзор по теме исследования

Вопросы организации входного контроля запасных частей рассмотрены в работах отечественных и зарубежных исследователей [6, 9, 12, 14].

В работах И. И. Зубрицкаса [6] рассматриваются причины отказов и неисправностей узлов и агрегатов автобусов, анализ которых подтверждает влияние качества запасных частей на состояние подвижного состава в целом.

В научных трудах А. Н. Макарова [9] проработана идея корректировки периодичности технического обслуживания автомобилей, исходя из степени влияния таких факторов, как возрастная структура парка, интенсивность эксплуатации, погодные условия. Факторы, зависящие от качества приобретаемых у различных поставщиков запасных частей, не учтены.

Работы В. А. Семейкина [12] отражают решение задачи только на примере сельскохозяйственной техники, условия эксплуатации и риски возможных последствий которых отличаются.

Анализ различных источников показывает, что качество некоторых запасных частей не всегда соответствует требованиям нормативно-технической документации (НТД). По данным автотранспортных предприятий на их склады поступает до 20–25 % бракованных запасных частей, большинство из которых имеют дефекты, связанные с несоответствием геометрическим параметрам, составу и эксплуатационным свойствам используемых материалов.

Также в исследованиях авторов не учтены убытки, связанные с риском внезапного отказа автомобиля, обусловленного установкой некачественной детали, а также сокращения ресурса отремонтированных узлов и систем транспортных средств. Не учтены убытки, обусловленные ущербом, связанным с риском дорожно-транспортных происшествий, происходящих по причине отказа установленных при ремонте узлов и деталей.

Теоретическая часть исследования

В теоретической части работы выдвинута гипотеза о том, что внедрение системы входного контроля качества запасных частей на базе автотранспортного (сервисного) предприятия позволит повысить эффективность эксплуатации автотранспортных средств, при условии, что затраты на организацию такого контроля ниже суммарного эффекта от его внедрения. Разработка методики, позволяющей определить параметры системы входного контроля, обеспечивающей выполнение данного условия, является основной целью проводимого исследования.

Особенностью разрабатываемой методики является то, что при определении эффекта от внедрения системы входного контроля качества запасных частей учтены не только прямые затраты на осуществление транспортной деятельности, но и вероятностные составляющие сметы затрат, например, затраты, обусловленные рисками дорожно-транспортных происшествий [5, 10].

Для достижения поставленной цели разработана математическая модель суммарных эксплуатационных затрат, обусловленных применением системы входного контроля качества запасных частей с заданными расчётными параметрами.

На основе обобщённого уравнения суммарных затрат определена целевая функция разрабатываемой математической модели, которая в обобщённом виде определяется следующим выражением:

$$\sum C = C_{зч} + C_{кк} + C_{пп} + C_{у} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где

$C_{зч}$ – затраты на приобретение запасных частей, руб.;

$C_{кк}$ – затраты на контроль качества запасных частей, руб.;

$C_{пп}$ – потери прибыли АТП из-за простоев транспортных средств, руб.;

$C_{у}$ – величина ущерба, обусловленного риском использования некондиционных запасных частей, руб.

В качестве ограничений целевой функции принимаются следующие условия:

– предприятие имеет на складе излишек запасных частей, подлежащих входному контролю;

– затраты на контроль качества меньше величины ущерба, обусловленного риском использования некондиционных запасных частей:

$$\begin{cases} Q_{зан} > 0 \\ C_{у} > C_{кк} \end{cases},$$

где

$Q_{зан}$ – объем излишка запасных частей, шт.

С учётом установленных зависимостей целевая функция разработанной математической модели

может быть преобразована следующим образом:

$$\sum C = (Q_{зч} \cdot P_{зч}) + \left(\frac{C_{по} + C_{ок} + C_{зпр}}{T} \right) + (A \cdot d \cdot C_{пл}) + \left(\sum_{i=1}^K C_{max} \cdot \log_2 n'_{kk} \right) \rightarrow \min . \quad (2)$$

Полученное развёрнутое уравнение позволяет построить многомерную область, определяющую зависимость суммарных эксплуатационных затрат, обусловленных применением входного контроля качества запасных частей от следующих параметров:

- стоимость запасных частей;
- затраты на проведение входного контроля качества запасных частей;
- риск дорожно-транспортного происшествия, обусловленного установкой некачественной детали.

Таким образом, созданы теоретические предпосылки, обеспечивающие достижение поставленной цели.

Традиционно, исходя из перечня контролируемых параметров, используемого оборудования и затрат на реализацию, методы исследования качества запасных частей можно разделить на три группы:

- исследование сборочных и геометрических параметров;
- исследование скрытых дефектов;
- исследование физико-механических свойств материалов.

Методы контроля первой группы отличаются простотой, доступностью оборудования и характере-

ризуются минимальными затратами на их практическую реализацию. Предварительно принято, что в условиях АТП реализация методов этой группы имеет приоритетное значение.

Экспериментальные исследования

Практическая апробация выдвинутых теоретических положений проведена на одном из крупнейших транспортных предприятий города Оренбурга, ЗАО «Автоколонна № 1825».

Задача определения оптимальных параметров системы входного контроля качества запасных частей решена на основе совокупного сочетания качества поставляемых изделий, их стоимости и условий поставок.

В качестве объекта исследования выбрана карданная передача автобусов КаВЗ. В группу исследуемых транспортных средств включены 77 автобусов, имеющих средний возраст 7,3 года и среднюю наработку с начала эксплуатации 314 тыс. км.

Выбор объекта исследования обусловлен критичным уровнем надёжности данного узла для транспортных средств исследуемой группы (данные предприятия) (рисунок 1).



Рисунок 1. Дефекты, связанные с установкой на автобус бракованных запасных частей
Источник: разработано Е. В. Бондаренко, Д. А. Дрючиным, С. В. Булатовым

Установлено, что состояние карданной передачи оказывает существенное влияние на показатели безопасности эксплуатации [7]. Нарушение балансировки карданного вала может вызвать его отрыв и быть причиной опрокидывания автобуса, привести к повреждению элементов привода тормозов.

Рассмотрена выборка карданных валов, поставляемых в качестве запасных частей для рассма-

триваемой группы транспортных средств. Выборка включает в себя 20 единиц общей стоимостью 300 тыс. руб.

В отношении рассматриваемого узла (карданной передачи) измерению подлежат такие параметры, как внешний и внутренний диаметры вала, его длина, дисбаланс и суммарный угловой люфт шарниров.

Результаты контроля параметров карданных передач исследуемой выборки представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты контроля параметров карданных валов

№ п/п	Соответствие контролируемых параметров нормативным значениям					Допуск к эксплуатации
	длина вала	внешний диаметр	внутренний диаметр	суммарный люфт	дисбаланс	
1	+	+	+	+	-	-
2	+	+	+	+	+	+
3	+	+	+	-	-	-
4	+	+	+	+	+	+
5	+	+	+	+	+	+
6	+	+	+	+	+	+
7	+	+	+	+	+	+
8	+	+	+	+	+	+
9	+	+	+	+	+	+
10	+	+	+	+	+	+
11	+	+	+	+	+	+
12	+	+	+	+	+	+
13	+	+	+	+	+	+
14	+	+	+	+	+	+
15	+	+	+	+	+	+
16	+	+	+	+	+	+
17	+	+	+	+	+	+
18	+	+	+	+	+	+
19	+	+	+	+	+	+
20	+	+	+	+	+	+
ИТОГО						18/20

Контроль качества выявил два карданных вала, контролируемые параметры которых не соответствуют нормативным значениям. Выявлены отклонения от нормативных значений по таким параметрам, как суммарный угловой люфт шарнирных соединений и величина дисбаланса, доля выбраковки составила 10%.

Контроль позволил до установки узла на транспортное средство выявить брак и предотвратить отказ или неисправность.

Результаты выполненного экономического расчёта позволили сделать предварительный вывод о том, что при выявленном уровне брака эффект, обусловленный введением входного контроля качества запасных частей, практически равен затратам на организацию входного контроля. Но при этом в расчёте не учитывался ущерб, обусловленный риском использования некондиционных запасных частей.

Очевидно, что риск возникновения аварийных ситуаций зависит от множества факторов, к числу которых следует отнести: конструктивные особенности транспортного средства, условия движения, условия эксплуатации, квалификацию водителя

и ряд других. Неравнозначно влияние на аварийность различных видов запчастей из имеющейся номенклатуры.

Очевидно, что в условиях влияния значительного количества факторов, имеющих вероятностную природу, затруднительно выполнить аналитический расчёт ущерба, обусловленного риском использования некондиционных запасных частей.

Исходя из описанных условий, в работе произведена вероятностная оценка риска аварийной ситуации, связанной с установкой бракованных запчастей. При этом риск возникновения аварийной ситуации определён как суммы рисков, обусловленных отдельными факторами:

$$R = \sum R_i = r_{i.1} \times a_{i.1} + r_{i.2} \times a_{i.2} + \dots + r_{i.n} \times a_{i.n}, \quad (3)$$

где

- R_i – i -я группа факторов;
- $r_{i.1}$ – коэффициент определения, присутствия того или иного фактора в эксплуатации;
- $a_{i.1}$ – коэффициент весомости фактора.

Для определения коэффициентов весомости факторов в работе использован метод экспертных оценок. В соответствии с данным методом весовые коэффициенты частных показателей факторов определены по формуле:

$$\alpha_i^* = \frac{(n-i+1)/n}{\sum_{i=1}^n (n-i+1)/n}, \quad (4)$$

где

α_i^* – коэффициент весомости фактора риска;
 i – номер фактора риска;
 n – число факторов.

Оценка риска произведена по бальной системе:

- наличие риска при эксплуатации – 1;
- отсутствие риска при эксплуатации – 0.

Исходя из принятой методики оценки рисков, произведена следующая градация значений:

- 0...0,30 – риск с малой вероятностью возникновения аварийной ситуации;
- 0,31...0,60 – риск со средней вероятностью возникновения аварийной ситуации;
- 0,61...1,0 – риск с высокой вероятностью возникновения аварийной ситуации.

Практическое применение описанной методики в условиях автотранспортного предприятия (г. Оренбург, ЗАО «Автоколонна 1825») позволило произвести расчет риска возникновения аварийной ситуации, обусловленной установкой бракованного карданного вала на автобус КаВЗ, эксплуатируемый в условиях заказных перевозок в пределах пригородной зоны:

$$R = (1*0,10) + (1*0,08) + (0*0,05) + (1*0,10) + (1*0,12) + (1*0,15) + (1*0,12) + (1*0,07) + (0*0,02) + (1*0,09) + (1*0,10) = 0,93.$$

Полученный результат подтверждает высокую вероятность возникновения аварийной ситуации при установке бракованного карданного вала, что обуславливает целесообразность организации

входного контроля качества данного узла.

Заключение

По результатам выполненной работы можно сделать вывод о том, что задачи, сформулированные на начальном этапе исследования, решены:

- подтверждена выдвинутая гипотеза о том, что внедрение входного контроля качества запасных частей в производственный цикл автотранспортных и сервисных предприятий позволит повысить показатели эффективности эксплуатации транспортных средств;

- создана математическая модель, позволившая разработать методику определения параметров системы входного контроля качества запасных частей, используемых в производственном цикле автотранспортных предприятий;

- проведенные исследования позволили подтвердить адекватность выдвинутых теоретических положений;

- выявлено, что затраты на организацию входного контроля качества локальной группы запасных частей (карданная передача) на пассажирском автотранспортном предприятии компенсируются за счёт повышения уровня безотказности транспортных средств;

- установлено, что внедрение дифференцированной системы входного контроля качества запасных частей на пассажирском автотранспортном предприятии позволяет повысить безопасность транспортного процесса.

Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности внедрения разработанных методов в практику работы автотранспортных предприятий.

Дальнейшие исследования в рамках представленной темы направлены на определение вероятности принятия ошибочных решений (так называемые риски поставщика и риск заказчика) при проведении контроля качества запасных частей. Выбор данного направления обусловлен тем, что ошибочные решения влекут за собой последствия, степень тяжести которых определяет объём затрат на их устранение, что оказывает влияние на производственные затраты АТП.

Литература

1. Антонов А. В. Параметрический метод проверки гипотезы о наличии эффекта старения в работе оборудования // Надежность и контроль качества. – 1996. – № 6. – С. 22–28.
2. Баннов И. В., Головин С. Ф. Простые модели анализа уровня сервиса при обеспечении запасными частями // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2011. – № 4. – С. 29–34.
3. Булатов С. В. Анализ современного состояния и проблем пассажирского автомобильного транспорта // Наука и техника транспорта. – 2017. – № 1. – С. 29–32.
4. Горяева Е. Н., Горяева И. А. Зависимость затрат на запасные части от возраста подвижного состава автомобильного транспорта // Вестник Южно-Уральского государственного университета (ЮУрГУ). – 2012. – № 44. – С. 185–186.
5. Захаров Н. С. Целевая функция при управлении снабжением запасными частями для транспортно-техно-

логических машин в нефтегазодобыче // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – № 4. – С. 108–110.

6. Зубрицкас И. И. Анализ отказов и неисправностей автобусов ЛИАЗ // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – С. 24–27.

7. Ионов В. В. Исследование эксплуатационной надежности агрегатов трансмиссии автомобилей КамАЗ // Вестник Северо-Восточного государственного университета (СВГУ). – 2013. – № 20. – С. 57–61.

8. Катаргин В. Н., Терских В. М. Оценка спроса на автомобильные запасные части на основе модели смеси вероятностных распределений // Вестник Иркутского государственного технического университета (ИГТУ). – 2014. – № 4. – С. 110–114.

9. Макарова А. Н. Уточнение периодичности технического обслуживания автомобилей в эксплуатации // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – № 1. – С. 117–120.

10. Максимов В. А., Моложавцев О. В. Построение и анализ однофакторных математических моделей расхода запасных частей городскими автобусами в эксплуатации // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2009. – № 2. – С. 7–11.

11. Мальшаков А. В. Влияние сезонных условий на надежность пневмоподвески автобусов большого класса // Транспортные и транспортно-технологические системы. – ТюмНГТУ: Тюмень, 2014. – С. 164–167.

12. Семейкин В. А. Входной контроль качества продукции машиностроения // Сельский механизатор. – 2013. – № 11. – С. 22–23.

13. Таранов А. В. Управление запасами на машиностроительных предприятиях в условиях широкой номенклатуры используемых ресурсов // Вестник Брянского государственного технического университета (БГТУ). – 2011. – № 4. – С. 188–202.

14. Хмельницкий А. Д. Проблемы функционирования автотранспортного бизнеса: эволюция преобразований и стратегические ориентиры развития: монография / А. Д. Хмельницкий. – М.: Риор, 2018. – 543 с.

15. Bulatov S. V. Expense management of transmission spare parts taking into account their quality for rolling stock [Булатов, С. В. Управление расходом запасных частей трансмиссии с учетом их качества для подвижного состава] // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – Vol. 1118.

References

1. Antonov, A. V. (1996) [Parametric method for testing the hypothesis of the presence of the aging effect in the operation of equipment]. *Parametricheskii metod proverki gipotezy o nalichii effekta stareniya v rabote oborudovaniya* [Reliability and quality control]. Vol. 6, pp. 22–28. (In Russ.).

2. Bannov, I. V., Golovin, S. F. (2011) [Simple models of the analysis level of service for spare parts]. *Prostye modeli analiza urovnya servisa pri obespechenii zapasnymi chastyami* [Bulletin of the Moscow Automobile and Road State Technical University (MARSTU)]. Vol. 4, pp. 29–34. (In Russ.).

3. Bulatov, S. V. (2017) [Analysis of contemporary condition and problems of passenger road transport]. *Analiz sovremennogo sostoyaniya i problem passazhirskogo avtomobilnogo transporta* [Science and technology of transport]. Vol. 1, pp. 29–32. (In Russ.).

4. Goryaeva, E. N., Goryaeva, I. A. (2012) [Dependence of spare parts costs on the age of the rolling stock of motor transport]. *Zavisimost zatrat na zapashye chasty ot vozrasta podvizhnogo sostava avtomobilnogo transporta* [Bulletin of the South Ural State University (SUSU)]. Vol. 44, pp. 185–186. (In Russ.).

5. Zakharov, N. S. (2014) [The objective function in managing the supply of spare parts for transport and technological machines in oil and gas production]. *Celevaya funkciya pri upravlenii snabzheniem zapasnymi chastyami dlya transportno-tehnologicheskikh mashin v neftegazodobyche* [Scientific and Technical Bulletin of the Volga region]. Vol. 4, pp. 108–110. (In Russ.).

6. Zubritskas, I. I. (2014) [Analysis of failures and malfunctions of LIAZ buses]. *Analiz otkazov i neispravnostei avtobusov LIAZ* [Modern problems of science and education]. Vol. 5, pp. 24–27. (In Russ.).

7. Ionov, V. V. (2013) [Research of operational reliability of transmission units of KamAZ cars]. *Issledovanie ekspluatacionnoi nadezhnosti agregatov transmissii avtomobiley KamAZ* [Bulletin of Northeastern State University (NESU)]. Vol. 20, pp. 57–61. (In Russ.).

8. Katargin, V. N., Terskikh, V. M. (2014) [Assessment of demand for automotive spare parts based on the model of a mixture of probability distributions]. *Ocenka sprosa na avtomobilnye zapasnye chasty na osnove modeli smesi veroyatnostnykh raspredeleniy* [Bulletin of the Irkutsk State Technical University (ISTU)]. Vol. 4, pp. 110–114. (In Russ.).

9. Makarova, A. N. (2014) [Clarification of the frequency of maintenance of cars in operation]. *Utochnenie periodichnosti tehničeskogo obsluzhivaniya avtomobiley v ekspluatatsii* [Scientific and Technical Bulletin of the Volga region]. Vol. 1, pp. 117–120. (In Russ.).

10. Maksimov, V. A., Molozhvtsev, O. V. (2009) [Construction and analysis of one-factor mathematical models of spare parts consumption by city buses in operation]. *Postroenie i analiz odnofaktornykh matematicheskikh*

modeley rashoda zapasnykh chastey gorodskimi avtobusami v ekspluatatsii [Bulletin of the Moscow Automobile and Road State Technical University (MARSTU)]. Vol. 2, pp. 7–11. (In Russ.).

11. Malshakov, A. V. (2014) [Influence of seasonal conditions on the reliability of air suspension of buses of a large class]. *Trudy TyumNGTU «Vliyaniye sezonnykh usloviy na nadezhnost pnevmopodveski avtobusov bolshogo klassa»* [Transport and transport-technological systems]. Tyumen: TyumNGTU, pp. 164–167.

12. Semeykin, V. A. (2013) [Input quality control of mechanical engineering products]. *Vhodnoy kontrol kachestva proizvodki mashinostroeniya* [Rural mechanizer]. Vol. 11, pp. 22–23. (In Russ.).

13. Taranov, A. V. (2011) [Inventory management at machine-building enterprises in the conditions of a wide range of used resources]. *Upravleniye zapasami na mashinostroitelnykh predpriyatiyakh v usloviyakh shirokoy nomenklatury ispolzuemykh resursov* [Bulletin of the Bryansk State Technical University (BSTU)]. Vol. 4, pp. 188–202. (In Russ.).

14. Khmel'nitskiy, A. D. (2018) *Problemy funktsionirovaniya avtotransportnogo biznesa: evolyutsiya preobrazovaniy i strategicheskiye oriyentiry razvitiya: monografiya* [Problems of functioning of motor transport business: evolution of transformations and strategic development guidelines: monograph]. Moscow: Rior, 543 p.

15. Bulatov, S. V. (2018) Expense management of transmission spare parts taking into account their quality for rolling stock. *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1118. (In Engl.).

Информация об авторах:

Елена Викторовна Бондаренко, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технической эксплуатации и ремонта автомобилей, Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия
e-mail: e.v.bondarenko@inbox.ru

Дмитрий Алексеевич Дрючин, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технической эксплуатации и ремонта автомобилей, Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия
e-mail: dmi-dryuchin@yandex.ru

Сергей Владимирович Булатов, магистрант, направление подготовки 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия
e-mail: bul.sergey2015@yandex.ru

Статья поступила в редакцию: 14.12.2020; принята в печать: 13.04.2021.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Information about the authors:

Elena Viktorovna Bondarenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technical operation and repair of cars, Orenburg State University, Orenburg, Russia
e-mail: e.v.bondarenko@inbox.ru

Dmitry Alekseevich Dryuchin, PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Technical operation and repair of cars, Orenburg State University, Orenburg, Russia
e-mail: dmi-dryuchin@yandex.ru

Sergey Vladimirovich Bulatov, post-graduate student, training program 23.04.03 Operation of transport and technological machines and complexes, Orenburg State University, Orenburg, Russia
e-mail: bul.sergey2015@yandex.ru

The paper was submitted: 14.12.2020.

Accepted for publication: 13.04.2021.

The authors have read and approved the final manuscript.