

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА – ГАРАНТ КАЧЕСТВЕННОГО И ЭФФЕКТИВНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЛЕСОВОЗНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

доктор технических наук, профессор **К.А. Яковлев**
аспирант **С.А. Легостаев**

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, Российская Федерация

Лесовозный автомобиль является источником повышенной опасности, его исправность влияет на безопасность дорожного движения. Диагностика технического состояния автомобиля позволяет своевременно, выявив серьезные дефекты в узлах, механизмах и агрегатах без их снятия и разборки, успеть вовремя устранить неисправности и довести показатели технической характеристики до нормативных. Анализ литературных данных показал, что диагностика технического состояния лесовозного автомобиля играет важную роль для предотвращения аварийных ситуаций. Перед нами стояла задача повысить безотказность автомобиля и уменьшить трудоемкость работ при очередном техническом обслуживании. В статье нами обоснованы критерии, необходимые для организации безопасной эксплуатации лесовозных автомобилей при вывозке лесоматериалов по дорогам общего пользования. Проведен анализ возрастного и технического состояния парка лесовозного подвижного состава. Определены наиболее частые отказы лесотранспортных машин на примере автомобилей семейства КАМАЗ, влияющие на организацию безопасности движения. Выявлена необходимость предрейсовых контрольных осмотров и экспрессной диагностики транспортных средств. Разработана, с учетом выявленных недостатков, схема послерейсового снятия параметров с встроенной системы диагностирования лесовозного автомобиля и последующей дистанционной передачей данных на сервер диспетчерского пункта автотранспортного предприятия. Проведенное научное исследование позволило найти решение поставленной задачи, которое заключается в выделении технической диагностики в самостоятельный вид технического воздействия. Данное мероприятие позволит снизить затраты от преждевременных технических воздействий на системы, узлы и агрегаты лесовозного подвижного состава без снижения требований по организации безопасности движения.

Ключевые слова: техническая диагностика, лесовозный подвижной состав, эффективность, качество

TECHNICAL DIAGNOSTICS-GUARANTEE OF HIGH-QUALITY AND EFFECTIVE MAINTENANCE OF TIMBER ROLLING STOCK

DSc (Engineering), Professor **K.A. Yakovlev**
post-graduate student **S.A. Legostaev**

FSBEI HE " Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov",
Voronezh, Russian Federation

Abstract

A logging vehicle is a source of increased danger, and its serviceability affects road safety. Diagnostics of the technical condition of the car allows you to timely identify serious defects in components, mechanisms and aggregates without removing them and disassembling them, to have time to eliminate malfunctions in time and bring the technical characteristics to the standard. Analysis of the literature data has shown that diagnostics of the technical condition of a logging vehicle plays an important role in preventing accidents. Our task was to improve the reliability of the car and reduce the complexity of work during the next maintenance. In the article, we justify the criteria necessary for the or-

gation of safe operation of logging vehicles when transporting timber on public roads. The age and technical condition of the timber rolling stock fleet is analyzed. The most frequent failures of forest transport vehicles on the example of cars of the KAMAZ family, affecting the organization of traffic safety, are determined. The necessity of pre-trip control inspections and Express diagnostics of vehicles is revealed. Taking into account the identified shortcomings, the scheme of post-trip removal of parameters from the built-in diagnostics system of a logging vehicle and subsequent remote transmission of data to the server of the control room of a motor transport enterprise has been developed. The conducted scientific research allowed us to find a solution to the problem, which is to allocate technical diagnostics in an independent type of technical impact. This measure will reduce the costs of premature technical impacts on the systems, components and aggregates of timber rolling stock without reducing the requirements for traffic safety.

Keywords: technical diagnostics, timber rolling stock, efficiency, quality

Введение

Лесовозные автомобили работают в сложных и напряженных условиях. Их эксплуатацию можно сравнить с использованием специальных армейских автомобилей в период проведения масштабных войсковых учений, с одной поправкой. После окончания учений армейский автомобиль проходит обслуживание и отправляется на «отдых», а лесовозный – продолжает трудиться на протяжении всего сезона.

Из анализа состояния парка лесовозного подвижного состава [5] можно сделать вывод, что по лесовозным дорогам ходят не более четырех десятков процентов автомобилей со сроком эксплуатации менее семи лет, остальные шестьдесят процентов распределились в диапазоне от семи до двадцати пяти лет, требующие контроля.

При любом производстве важнейшим критерием является безопасность. Организация вывозки древесины подвижным автомобильным транспортом должна осуществляться с соблюдением Правил дорожного движения (ПДД), а эксплуатация автомобильных лесовозов основными положениями по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения [8, 11, 13].

Любое транспортное средство (ТС) является источником повышенной опасности, тем более, если речь идет о многотонном лесовозном автомобиле, груз которого размещен в предельно допустимых габаритах [7]. Для перевозки грузов допускается только исправный подвижной состав. В случае возникновения дорожно-транспортного происшествия (ДТП), в котором есть пострадавшие, при последующих разбирательствах оценивается и тех-

ническое состояние автомобиля, проводится автотехническая экспертиза на предмет исправности транспортного средства, его узлов, систем управления и агрегатов.

Так, Куприянов А.И. и др. (2018) в своей работе указывают на возрастание количества ДТП в РФ с гибелью участников дорожного движения. Одной из причин которых является неисправность ТС. Авторы статьи предлагают, для определения стратегии снижения количества ДТП с летальными случаями, увеличить контроль за техническим состоянием ТС [14].

Еркнапешян М.Ж. и др. (2016) в своей научной статье отмечают важную роль технической диагностики для предотвращения аварийности. В работе предложена методика, с помощью которой формируются диагностические критерии оценки безопасной эксплуатации ТС. Определены основные диагностические показатели [16].

В статье Остроух А.В. и Сурковой Н.Е. (2018) указано, что дистанционная диагностика позволяет сократить сроки выполнения работ в сервисных центрах, так как дает возможность подготовиться к определенным видам технических воздействий [17].

Капитонов С.С. и др. (2018) в статье исследуют работу датчиков, которые обнаруживают неисправность двигателей внутреннего сгорания ТС, позволяющие сократить сроки общего ремонта и снизить влияние человеческого фактора [15].

В отчете научного центра безопасности дорожного движения Министерства Внутренних Дел (МВД) России [6] были названы основные причины возникновения ДТП за 2019 год (рис. 1). Самым главным источником ДТП был и остается «челове-

ческий фактор», вторым источником ДТП было названо плохое состояние дорожного покрытия, третий источник – само техническое состояние, неисправность автотранспортного средства.

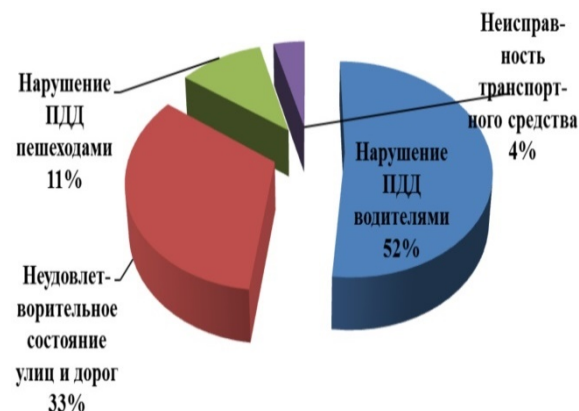


Рис. 1. Основные причины ДТП [6]

Материалы и методы

Для поиска решений, позволяющих увеличить безопасность на дорогах, необходимо оптимизировать методы технических воздействий на системы, узлы и агрегаты ТС.

При исследовании статистики ДТП, из-за неисправности ТС случается немного дорожно-транспортных происшествий, однако последствия они имеют очень серьезные. Можно перечислить ряд неисправностей, в результате которых произошли ДТП:

- отсутствие герметичности в пневматическом или гидравлическом приводах тормозной системы;
- тормозная система работает не эффективно, с нарушением требований государственного стандарта;
- суммарный люфт рулевого управления превышает допустимые значения;
- в конструкцию системы рулевого управления внесены недопустимые изменения;
- неисправность системы рулевого управления;
- неисправность внешних световых приборов;

- эксплуатация автомобиля с шинами, на которых протекторы имеют высоту ниже предельно допустимой;

- попадание отработанных газов в кабину водителя, вследствие неисправности системы выпуска.

Наибольшую опасность на дороге представляет собой подвижной состав с неисправной тормозной системой. При исследовании 288 лесовозных автомобилей различных марок 17,4% из них оказались неисправными как раз по тормозной системе [2]. Это - очень много.

В ходе проведенных исследований выявлен факт отказа механизмов двигателя со сцеплением и компрессором у 24,5% автомобилей. При этом из всех неисправностей двигателя пятьдесят процентов считается критическим для силовой установки, а заглохший («умерший») двигатель во время движения способен привести к негативным последствиям. При нерабочем двигателе гидроусилитель руля не выполняет свою функцию, компрессор не поддерживает рабочее давление в пневматической системе, что сразу сказывается на управляемости подвижным составом. Отмечено, что вышеперечисленные отказы случаются даже у новых автомобилей с пробегом от 0 до 80000 километров, тем более, что эти автомобили имеют в этот период пробега, как правило, гарантию завода изготовителя. Если провести анализ отказов автомобилей семейства КАМАЗ за 2019 год [3, 4], то можно перечислить наиболее частые отказы дизельных двигателей (на примере 150 автомобилей КАМАЗ с пробегом до 65000 км., эксплуатирующийся в течение одного года) (рис. 2).

Все вышеперечисленные неисправности деталей и узлов дизельного двигателя приводят к отказу агрегата в целом, что сказывается на безопасности движения, поэтому очень важно выявить такой дефект транспортного средства перед выходом на линию. Собственник и водитель должны быть уверены в исправности подвижного состава, так как они несут ответственность, вплоть до уголовной [12], за безопасность на дороге.

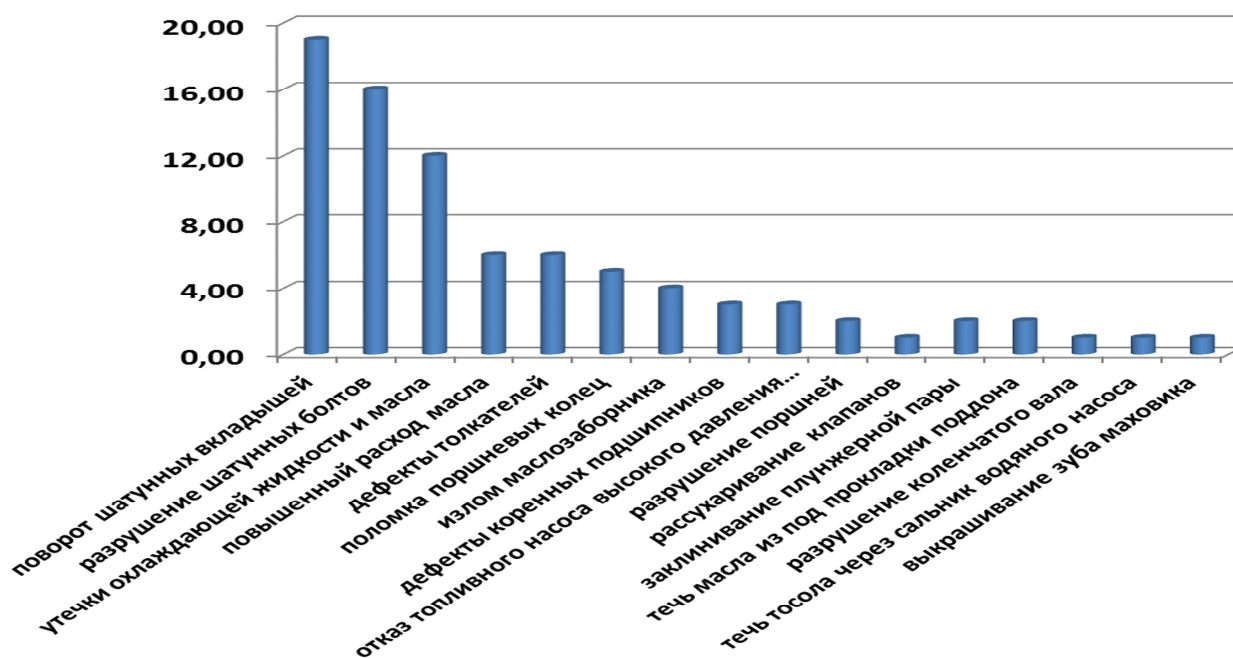


Рис. 2. Распределение отказов двигателей КАМАЗ со сроком эксплуатации до одного года и пробеге до 65 000 километров [1]

В связи с этим, большое внимание должно уделяться вопросам технической диагностики подвижного состава, его систем, узлов и агрегатов, которые непосредственно влияют на безопасное управление подвижного состава.

Известно, что на автотранспортных предприятиях автомобиль проходит предрейсовый осмотр, в ходе которого должностные лица убеждаются в его исправности с проставлением отметок в соответствующих документах учета [9].

Для выполнения мероприятий, направленных на контроль готовности подвижного состава к выполнению задач по назначению в соответствии с требованиями руководящих документов, по времени достаточно не более пяти минут.

При возвращении автомобиля в парк на контрольном пункте проводится экспрессное диагностирование с использованием встроенных средств, которое ограничивается определением годности подвижного состава к использованию. К сожалению, это мероприятие проводится не везде и не всегда. В этом случае к нам на помощь должен прийти искусственный интеллект (ИИ).

С развитием цифровых технологий экспрессное диагностирование (ДЭ) будет проводиться дистанционно [17]. Достаточно будет автомобилю проехать через специальную рамку или мимо считывающего устройства, которое, сняв показатели с бортового компьютера, будет отправлять на сервер оператору автотранспортного предприятия (АТП) данные по ошибкам систем подвижного состава. По результатам сообщений, естественно, окончательное решение будет принимать человек. А: продолжить эксплуатацию. Б: отправить транспортное средство на углубленную диагностику.

Более подробная оценка технического состояния лесотранспортных машин возможна только при проведении планового технического обслуживания. Так, перед техническим обслуживанием № 1 (ТО-1) проводится техническое диагностирование Д-1, которое как раз и направлено на проверку систем, узлов и механизмов автомобиля, обеспечивающих безопасность движения [10, 14, 16].

Перечень выполняемых работ при диагностике Д-1 не большой, все работы связаны с определением и регулировкой установленных параметров для тормозной системы и рулевого управления,

а также контроль исправности приборов освещения, проверки давления в шинах и их состояния. В отличие от контрольного осмотра (КО) или ДЭ, при Д-1 проводится регулировка контролируемых параметров, если это необходимо.

В этом случае Д-1 выступает уже как самостоятельный вид технического воздействия (ВТВ), предшествующий ТО-1. Тогда, выделяя Д-1 в самостоятельный ВТВ, можно его проводить несколько раз, не начиная выполнять мероприятия ТО-1. Естественно, что все параметры, полученные в результате обследования при Д-1, не должны превышать нормативы, определенные заводом изготовителем и руководящими документами, устанавливающими требования по безопасности дорожного движения. В таком виде, перед ТО-1 может быть и два, и даже три, а в отдельных случаях и четыре Д-1. Периодичность проводимых Д-1 будет зависеть от данных, полученных при КО и ДЭ.

Данные для ДЭ поступают, как было сказано ранее, от встроенных систем диагностирования, например от датчиков анализа спектра шумов [15]. Все показатели аккумулируются в базе бортового компьютера в виде кодов тех или иных ошибок (табл. 1).

Ошибки (выделены цветом в таблице) могут указывать на критические изменения, происходящие в системах, узлах и агрегатах транспортного средства. Эти данные, в незамедлительном порядке, необходимо проверять при Д1, с последующим принятием решения о техническом воздействии.

Результаты и обсуждение

Используя полученные результаты при КО и ДЭ можно сформулировать задачи для Д1.

Пусть:

- А0 – технически исправный подвижной состав, с параметрами, установленными нормативно-технической документацией;

- А1J – неисправное состояние, появившееся при возникновении j-й причины;

- (S1, S2, ..., Si) – перечень диагностических параметров, при этом (S10, S20, ..., Si0) и (S11, S21, ..., Si1) – значения диагностических параметров характеризующих исправный и неисправный объект соответственно, а (H1, H2, ..., Hj) – отклонения указанных параметров технического состояния объекта, приведших к значению А1J.

Используя статические данные, определяется функция распределения отказов по наработке $f_j(x)$ – на каждую неисправность, при вероятности i-ой неисправности для состояния А1J.

$$F(x) = P \{x_i < X\} \cong \frac{m(x)}{n}, \quad 1)$$

$$R(x) = P \{x_i \geq X\} \cong \frac{n-m(x)}{n}, \quad 2)$$

где n – число объектов подвергаемых исследованию;

m(x) – количество исследуемых объектов с отказами не достигнув установленной наработки X. Тогда, используя формулу Байеса, определяется нужная величина:

$$P_{H1}(A1J) = \frac{P(H1)P(A1J/H1)}{\sum_{i=1}^i P(Hi)P(A1J/Hi)} \quad 3)$$

Таблица 1

Коды основных ошибок для ЭБУ ISB CM2150 ДВС экологического класса ЕВРО-4 [13]

115	В цепи датчика числа оборотов (положения) двигателя потеря пары сигналов от электромагнитного датчика — поступают ошибки	425	Температура смазки двигателя — поступают ошибочные данные	1139	Цилиндр форсунки №1 — Механическая система срабатывает неверно или не отрегулирована
235	Недостаток жидкости для охлаждения — достоверные данные, но ниже оптимального рабочего диапазона	441	Низкое напряжение батареи №1 — достоверные данные, но ниже оптимального рабочего диапазона	2292	Устройство дозировки топлива — достоверные данные, но выше оптимального рабочего диапазона

Выводы

Таким образом, задача Д1 сводится к определению необходимых параметров исследуемого объекта, что позволит принять правильное решение, при котором не допускается экономический

ущерб от преждевременного технического воздействия на узлы и агрегаты подвижного состава, при этом, данная оптимизация не будет влиять на безопасность при эксплуатации лесовозного автомобиля.

Библиографический список

1. Бондарь, А. А. Анализ отказов дизелей автомобилей «КАМАЗ» и «НЕФАЗ» в гарантийный период эксплуатации / А. А. Бондарь, В. Г. Алексеев // Ученые заметки ТОГУ. – 2020. – Т. 11, № 2. – С. 384–391. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_43000372_87913339.pdf. – ISSN 2079 - 8490 (дата обращения 05.05.2020).
2. Одинцов, Ю. О. Технические причины отказов различных механизмов и узлов лесотранспортных машин / Ю. О. Одинцов // Материалы X Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». – URL: <http://scienceforum.ru/2018/article/2018007643> (дата обращения: 04.05.2020).
3. Печкин, М. П. Анализ отказов автомобилей семейства КАМАЗ и причины низкой эксплуатационной надежности / М. П. Печкин, Н. С. Тузов // Транспорт, технологические машины и оборудование: материалы секционных заседаний 59-й студенческой научно-практической конференции ТОГУ. – Хабаровск, 2019. – С. 143–148. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38161161>. – ISBN: 978-5-7389-2864-2 (дата обращения 05.05.2020).
4. Сафонов, С. В. Исследование отказов лесовозов КАМАЗ-65225-43, эксплуатируемых в Тернейском районе Приморского края / С. В. Сафонов, Е. В. Дыренков, С. Г. Павлишин // Материалы секционных заседаний 58-й студенческой научно-практической конференции ТОГУ. – Хабаровск, 2018. – С. 203–207. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_35261749_19505593.pdf. – ISBN: 978-5-7389-2609-9 (дата обращения 05.05.2020).
5. Скрыпников, А. В. Повышение надёжности технического состояния парка подвижного состава, специализирующегося на перевозке лесных грузов : моногр. / А. В. Скрыпников, Е. В. Кондрашова, К. А. Яковлев ; 3-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2019. – 151с. – ISBN 978-5-9765-1561-1.
6. «ГУОБДД МВД России» Официальный сайт Госавтоинспекции. Показатели состояния безопасности дорожного движения. – URL: <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения: 05.05.2020).
7. Постановление Правительства РФ от 15.04.2011 N 272 (ред. от 14.08.2020) "Об утверждении Правил перевозок грузов автомобильным транспортом" / ООО «КонсультантПлюс». – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_113363/ (дата обращения 05.05.2020).
8. Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 N 1090 (ред. от 26.03.2020) «О Правилах дорожного движения». – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2709/ (дата обращения 05.05.2020).
9. Руководство по диагностике технического состояния подвижного состава автомобильного транспорта. РД-200-РСФСР-15-0150-81: утв. Минавтотрансом РСФСР 03.11.1981 г. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=ESU&n=9429#05589574766954954> (дата обращения 05.05.2020).
10. Руководство по организации технологического процесса работы службы технического контроля АТП и объединений. РД-200-РСФСР-15-0179-83: утв. Минавтотрансом РСФСР 21.02.1983 г. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=ESU&n=44134#04815920011439375> (дата обращения 05.05.2020).
11. Федеральный закон от 08.11.2007 N 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_72386/ (дата обращения 05.05.2020).

12. Федеральный закон от 13.06.1996 № 63-ФЗ «Уголовный кодекс Российской Федерации». – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699/ (дата обращения 05.05.2020).

13. Avtozam.com. Ваш помощник в ремонте и обслуживании авто. Информационный портал. Как диагностировать неисправности на грузовом автомобиле КАМАЗ? – URL: <https://avtozam.com/kamaz/kodyi-oshibok-evro-4> (дата обращения 05.05.2020).

14. Analysis of the road traffic safety strategy in the Russian Federation for 2018-2023 / A. Kupriyanov, V. Kondratiev, A. Shchepkin, A. Chudinov, E. Pavlyukevich // Proceedings of 2018 11th International Conference "Management of Large-Scale System Development", MLSD 2018. С. 8551839. - DOI: 10.1109/MLSD.2018.8551839.

15. Kapitonov S.S., Grigorovich S.Y., Medvedev S.A., Kurbakov I.I. (2018) Diagnosis of internal combustion engine based on mechanical noise. *International Journal of Engineering Technology*, Vol. 7, № 2.2, pp. 9-12. DOI: 10.14419/ijet.v7i2.2.9889.

16. Methodology of formation of diagnostic criteria for evaluation of safety of motor transport public service / Erknepeshyan M. Z., Zelikov V. A., Yakovlev K. A., Ivannikov V. A. // *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2016. – Т. 11. – № 3. – С. 1787–1792.

17. Ostroukh A., Surkova N. (2018) Connected vehicle remote diagnostic system. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference-SGEM*, Vol. 18, № 2.1, pp. 247-254. DOI: 10.5593/sgem2018/2.1/S07.032.

References

1. Bondar A.A., Alekseenko V.G. (2020) *Analiz otkazov dizelej avtomobilej «KAMAZ» i «NEFAZ» v garantijnoj period ekspluatcii* [Analysis of cancellations of diesel cars "KAMAZ" and "NEFAZ" in the warranty period of operation]. *Elektronnoe nauchnoe izdanie «Uchenye zametki TOGU»* [Electronic scientific publication "student embryos of TOGU"], Volume 11, No. 2, pp. 384-391. - URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_43000372_87913339.pdf-ISSN 2079-8490 (date of access: 05.05.2020) (in Russian).

2. Odintsov Yu.O. (2018) *Tekhnicheskie prichiny otkazov razlichnyh mekhanizmov i uzlov lesotransportnyh mashin* [Technical hairstyles of heads of various mechanisms and nodes of forest transport machines]. *Materialy X Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchnoj konferencii «Studencheskij nauchnyj forum»* [Materials of the X international student scientific conference «Student scientific forum"]. - URL: <http://scienceforum.ru/2018/article/2018007643> (date of access: 04.05.2020) (in Russian).

3. Pechkin M.P., Tuzov N.S. (2019) *Analiz otkazov avtomobilej semejstva KAMAZ i prichiny nizkoj ekspluatacionnoj nadezhnosti* [Analysis of failures of KAMAZ family cars and reasons for low operational reliability]. *Transport, tekhnologicheskie mashiny i oborudovanie: materialy sekcionnyh zasedanij 59-j studencheskoj nauchno-prakticheskoy konferencii TOGU* [Transport, technological machines and equipment: materials of sectional sessions of the 59th student scientific and practical conference of TOGU]. – Khabarovsk, pp. 143-148. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38161161>. - ISBN: 978-5-7389-2864-2 (date of access: 05.05.2020) (in Russian).

4. Safonov S.V., Dyrenkov E.V., Pavlishin S.G. (2018) *Issledovanie otkazov lesovozov KAMAZ-65225-43, ekspluatiruemyh v Ternejskom rajone Primorskogo kraja* [Investigation of cancellations of KAMAZ-65225-43 timber carriers operated in the ternejsky district of Primorsky Krai] *Materialy sekcionnyh zasedanij 58-j studencheskoj nauchno-prakticheskoy konferencii TOGU* [Materials of breakout sessions of the 58th student scientific and practical conference of PNU] – Khabarovsk, pp. 203-207. - URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_35261749_19505593.pdf. - ISBN: 978-5-7389-2609-9 (date of access: 05.05.2020) (in Russian).

5. Skrypnikov AV., Kondrashova E.V., Yakovlev K.A. (2019) *Povyshenie nadyozhnosti tekhnicheskogo sostoyaniya parka podvizhnogo sostava, specializiruyushchegosya na perezvozke lesnyh грузов* [Improving the reliability of the technical condition of the rolling stock fleet specializing in the transportation of forest goods]. Moscow: Flint, 2019. 151 p. (in Russian).

6. «GUOBDD MVD Rossii» *Oficial'nyj sajt Gosavtoinspekcii. Pokazateli sostoyaniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya Indicators of road safety stability* [«GUOBDD of the Ministry of internal Affairs of Russia» Official website of the state traffic Inspectorate]. URL: <http://stat.gibdd.ru/> (date of access: 05.05.2020) (in Russian).
7. Resolution of the Government of the Russian Federation of 15.04.2011 N 272 «*Ob utverzhdenii Pravil perevozok gruzov avtomobil'nyim transportom*» [On approval of the Rules of cargo transportation by road] LLC "ConsultantPlus". - URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_113363/ (date of access: 05.05.2020) (in Russian).
8. Resolution of the Government of the Russian Federation of 23.10.1993 N 1090 «*O Pravilah dorozhnogo dvizheniya*» [The Rules of the road] LLC "ConsultantPlus". - URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2709/ (date of access: 05.05.2020) (in Russian).
9. *Rukovodstvo po diagnostike tekhnicheskogo sostoyaniya podvizhnogo sostava avtomobil'nogo transporta. RD-200-RSFSR-15-0150-81: utv. Minavtotransom RSFSR 03.11.1981g.* [Guidelines for diagnostics of technical condition of rolling stock of motor transport. RD-200-RSFSR-15-0150-81]. - URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=ESU&N=9429#05589574766954954> (data of access: 05.05.2020) (in Russian).
10. *Rukovodstvo po organizacii tekhnologicheskogo processa raboty sluzhby tekhnicheskogo kontrolya ATP i ob"edinenij. RD-200-RSFSR-15-0179-83 (utv. Minavtotransom RSFSR 21.02.1983 g.)* [RD-200-RSFSR-15-0179-83. Guide to the organization of the technological process of the technical control service of ATF and associations]. - URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=ESU&n=44134#03231944977265041> (data of access: 05.05.2020) (in Russian).
11. Federal law 08.11.2007 N 257-FZ «*Ob avtomobil'nyh dorogah i o dorozhnoj deyatel'nosti v Rossijskoj Federacii i o vnesenii izmenenij v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossijskoj Federacii*» [On highways and road activities in the Russian Federation and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation]. - URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_72386/ (date of access: 05.05.2020) (in Russian).
12. Federal law 13.06.1996 № 63-FZ. «*Ugolovnyj kodeks Rossijskoj Federacii* [Criminal code of the Russian Federation]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699/ (date of access: 05.05.2020) (in Russian).
13. Avtozam.com. *Vash pomoshchnik v remonte i obsluzhivanii avto. Informacionnyj portal. Kak diagnostirovat' neispravnosti na gruzovom avtomobile KAMAZ?* [Your assistant in car repair and maintenance. Information portal. How to diagnose malfunctions on a KAMAZ truck?]. - URL: <https://avtozam.com/kamaz/kodyi-oshibok-evro-4> (date of access: 05.05.2020) (in Russian).
14. Analysis of the road safety strategy in the Russian Federation for the 2018-2023 years Kupriyanov A., Kondrat'ev V., Shchepkin A., Chudzinski A., Pavlyukevich E. B. collections: calculations 2018 11-th International conference" Management of large-scale system development" MLSD 2018. S. 8551839. - DOI: 10.1109/MLSD.2018.8551839.
15. Kapitonov S. S., Grigorovich S. Y., Medvedev A. S., Kurbakov I. I. (2018) Diagnosis of internal combustion engine based on mechanical noise. International Journal of Engineering Technology, Vol. 7, № 2.2, pp. 9-12. DOI: 10.14419/ijet.v7i2.2.9889.
16. Methodology of formation of diagnostic criteria for evaluation of safety of motor transport of the public service /Erknepeshyan M. Z., V. A. Zelikov, A. K. Yakovlev, V. A. Ivannikov//ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2016. - T. 11. - No. 3. - pp. 1787-1792.
17. Ostroukh A., Surkova N. (2018) Sonneted Vehicle remote diagnostic system. International Multidisciplinary Scientific GeoConference-SGEM, Vol. 18, № 2.1, pp. 247-254. DOI: 10.5593/sgem2018/2.1/S07.032.

Сведения об авторах

Яковлев Константин Александрович – доктор технических наук, профессор кафедры производства, ремонта и эксплуатации машин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: kosty_2003_27@mail.ru.

Легостаев Сергей Анатольевич – аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»; e-mail: legostaevser@yandex.ru.

Information about authors

Yakovlev Konstantin Aleksandrovich – DSc (Engineering), Professor of the Department of Production, Repair and Operation of Cars, FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, Russian Federation; e-mail: kosty_2003_27@mail.ru.

Legostaev Sergey Anatolyevich – post-graduate student, FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov"; e-mail: legostaevser@yandex.ru.