



**СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО
ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА
УЧЕБНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Агеев Евгений Викторович

д-р техн. наук, профессор, профессор
кафедры технологии материалов и
транспорта, ФГБОУ ВО «Юго-Западный
государственный университет», РФ

✉¹**Виноградов Евгений Сергеевич**

аспирант кафедры технологии материалов и
транспорта ФГБОУ ВО «Юго-Западный
государственный университет», РФ
e-mail: ganek09@rambler.ru

Аннотация.

В данной статье рассмотрены характеристики, оказывающие влияние на надежность работы учебных транспортных средств в подсистеме «Курсант-Автомобиль» (К-А), определены типы возможных отказов учебных транспортных средств в процессе эксплуатации. Представлены отказы транспортных средств и их элементов, определены предельные эксплуатационные показатели, отражены факторы, определяющие уровень надежности автотранспортных средств, которые необходимы для выполнения упражнений, на первоначальном этапе практической подготовки в учебном центре.

Ключевые слова: НАДЕЖНОСТЬ, УЧЕБНОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ, ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.

¹*Автор для ведения переписки*

**STATISTICAL EVALUATION
OF THE EFFECTIVENESS OF
MAINTENANCE AND REPAIR
OF TRAINING VEHICLES**

Ageev Evgeny Viktorovich

dr. tech. sci., professor, professor of the
Department of Technology of Materials and
Transport, FSBEI HE "South-Western
State University", RF

✉¹**Vinogradov Evgeny Sergeevich**

postgraduate student of the Department of
Technology of Materials and Transport, FSBEI
HE "South-Western State University", RF
e-mail: ganek09@rambler.ru

Annotation.

This article discusses the characteristics that affect the reliability of training vehicles in the subsystem "Cadet-Car" (K-A), the types of possible failures of training vehicles during operation are determined. The failures of vehicles and their elements are presented, the maximum operational indicators are determined; the factors determining the level of reliability of motor vehicles that are necessary for performing exercises at the initial stage of practical training in the training center are reflected.

Keywords: RELIABILITY, TRAINING VEHICLE, MAINTENANCE AND REPAIR, OPERATIONAL CHARACTERISTICS.

1 Состояние вопроса исследования и актуальность работы

Для достижения высоких эксплуатационных показателей учебных транспортных средств (УТС) в системе профессиональной подготовки в учебном центре кандидатов в водители (в подсистеме «Курсант-Автомобиль») является разработка комплексных мероприятий по совершенствованию и развитию ремонтной базы, повышение качества ремонта и технического обслуживания. В условиях научно-технической революции разрабатываются и внедряются в ремонтное производство новые виды термической и механической обработки изношенных деталей [1], создаются новые оригинальные конструкции приспособлений и приборов, обеспечивающих без разборную оценку технического состояния эксплуатируемой

техники, что позволяет спрогнозировать остаточный ресурс [2-4].

Требования к техническому обслуживанию учебных транспортных средств развивается на сегодняшний день очень медленно и базируется на «Правила оказания услуг (выполнения работ) по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств», и нормативных документах, регламентирующих производственно-хозяйственную деятельность учебных центров по подготовке курсантов автотранспортных средств, при этом качество эксплуатируемых показателей необходимые для обеспечения безопасности дорожного движения определяется способностью выполнять заданные функции в исправном состоянии [5-10].

Связь между наработкой УТС и ее техническим состоянием носит случайный характер, поэтому все виды восстановления работоспособности следует проводить по потребности, в зависимости от технического состояния, при техническом обслуживании (рис. 1) работы выполняются принудительно и зависят от величины наработки.

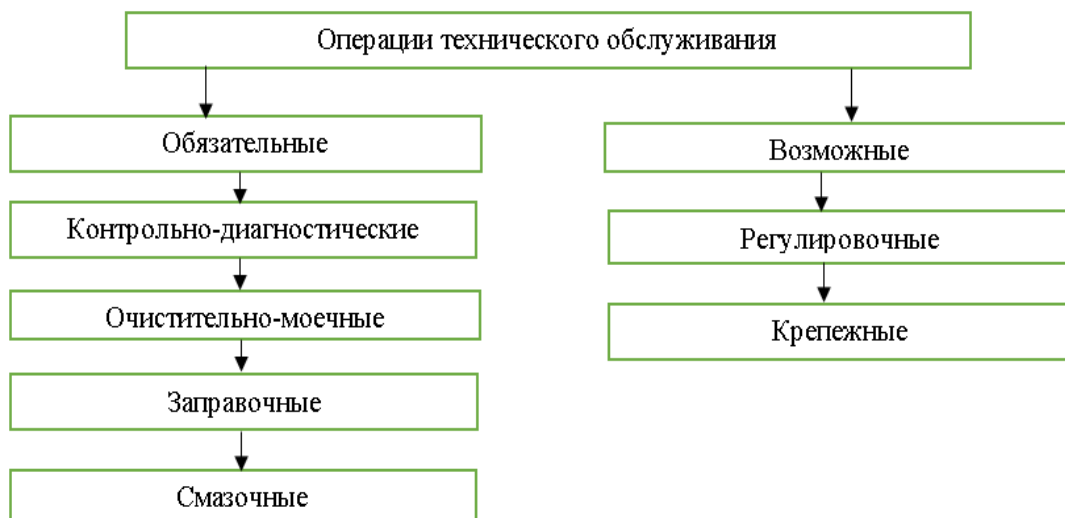


Рисунок 1 – Операции технического обслуживания учебных транспортных средств

Основными типами учебных транспортных средств по соответствующим категориям «В», «С», «D» являются легковые, грузовые, автобусы отечественного и зарубежного производства, которые выпускаются в настоящее время и применяются в учебном процессе в системе профессиональной подготовки водительских кадров.

2 Материал и методы

К основным параметрам технико-эксплуатационных показателей работы УТС относят: время, отводимое для выполнения учебных упражнений на закрытой площадке, и управление транспортным средством в режиме реального дорожного движения (t_{zn} , t_{dd}); коэффициент выпуска УТС на маршрут (α); средняя скорость движения в зависимости от выбора передачи КПП (v_{cp}); суточный и годовой пробег (L_c , L_g); автомобиле часы эксплуатации в год ($A_ч$).

Производственным расчетом работы УТС является годовой (суточный) пробег и определяется выражением (1), (2)

$$L_g = 365 v_{cp} t_{dd(зн)} , \quad (1)$$

$$L_c = v_{cp} t_{dd(зн)} \alpha . \quad (2)$$

Учебные центры могут вводить и другие эксплуатационные показатели (прямые затраты) в зависимости от составляющих расходов на обслуживание и ремонт УТС, а также затраты, связанные с расходами на топливо, эксплуатационные материалы, амортизацию и др.

Согласно действующей программы подготовки водителей [11] категории «В» установлено, что время, отводимое для первоначального обучения составляет 18 часов, в услови-

ях дорожного движения по учебным маршрута 38 часов, при этом средняя скорость движения курсантов составляет 15-18 км/ч, как правило движение осуществляется на завышенных оборотах коленчатого вала, приводя к повышенному расходу топлива и смазочных материалов, а как следствие выхода из строя узлов и агрегатов УТС, что приводит к постепенному снижению уровня надежности при работе вызывая появление отказов или потерю работоспособности таблица 1.

Таблица 1 – Основные типы отказов учебных транспортных средств

Причины, влияющие на техническое состояние УТС	Характеристика
Изнашивание трущихся поверхностей	Механическое абразивное изнашивание характеризуется истиранием поверхностей трения за счет скалывания микронеровностей (ходовая часть, детали трансмиссии, коленчатые и шлицевые валы и т.д.), гидроабразивного изнашивание (выход из строя коренных вкладышей коленчатых валов), кавитационное изнашивание характеризуется раковинами углублениями вследствие гидравлических ударов охлаждающей жидкости, молекулярно-механическое изнашивание поверхности возникает на поверхностях, где высокие контактные нагрузки приводящие к молекулярному сцеплению (коренные и шатунные вкладыши коленчатых валов и др.)
Усталостное разрушение деталей	Потеря работоспособности элементов и узлов в автомобиле происходит в результате постоянного воздействия динамических нагрузок (коленчатый вал, поршневые пальцы, валы коробки передач)
Деформация деталей	Процесс естественного старения, приводящий к выходу из строя деталей
Механические повреждения	Повреждения, возникающие в результате попадания посторонних предметов и крупных абразивных элементов
Коррозионные разрушения	Разрушения на поверхности элементов деталей происходят в следствии воздействия на нее окислительной активной среды

Вследствие необратимости процесса старения УТС содержание ремонта отличается нестабильностью: для новых автомобилей ремонт является менее сложным, для более старых более сложным. Основными условиями выполнения высококачественного ремонта (обслуживания) является организация выполняемых работ «Агрегатный метод ремонта», который выполняется на определенных рабочих местах со специальной оснасткой, в соответствии с технической документацией на ремонт при помощи замены отдельных неисправных или изношенных узлов.

3 Результаты исследований

Свойства автомобиля, его надежность зависит от основных факторов [12-15]: конструктивного (совершенствование технических требований изготовление и техническое обслуживание и ремонт), технологического (качества процесса изготовления и ремонта технического обслуживания), эксплуатационного (уровня эксплуатации и квалификации обслуживающего персонала).

Первоначальный уровень надежности новой машины H_n понижается по мере ее эксплуатации, для увеличения долговечности эксплуатации автомобиля проводят ежесменное и «номерное» техническое обслуживание. На первоначальном этапе работы транспортного средства отказы является эксплуатационными [16-20] их устраняют без увеличения остаточного ресурса.

Появление первого ресурсного отказа обуславливает предельное состояние и свидетельствует об исчерпании доремонтного ресурса и необходимости его дальнейшего ремонта.

Изменение уровня надежности отремонтированного автомобиля зависит от принятого в сервисном центре метода ремонта. При «необезличенном методе» применяют ремкомплекты для восстановления узлов и агрегатов, снятых с автомобиля, при этом уровень надежности продолжает убывать, удельная стоимость технического обслуживания возрастает.

В современных условиях сервисные центры применяют «обезличенный метод» ремонта в процессе сборки устанавливают новые или восстановленные детали, в том числе применяют узлы бывших в эксплуатации, но годных без ремонта для дальнейшей работы деталей и элементов. В этих условиях средние межремонтные ресурсы после ремонтов (T_1, T_2, \dots, T_n) стабилизируются и становятся примерно равными, при этом фактические межремонтные ресурсы отдельных машин значительно отличаются друг от друга, что позволяет определить среднюю стоимость технического обслуживания схожих узлов.

С ростом наработки изменения кривой удельной стоимости приобретенной новой машины (кривая 1) и ее удельной стоимости технического обслуживания или ремонта (кривая 2), а также суммарные удельные стоимости (кривая 3) уменьшаются, выходя на неизменяющиеся уровни (рис. 2).

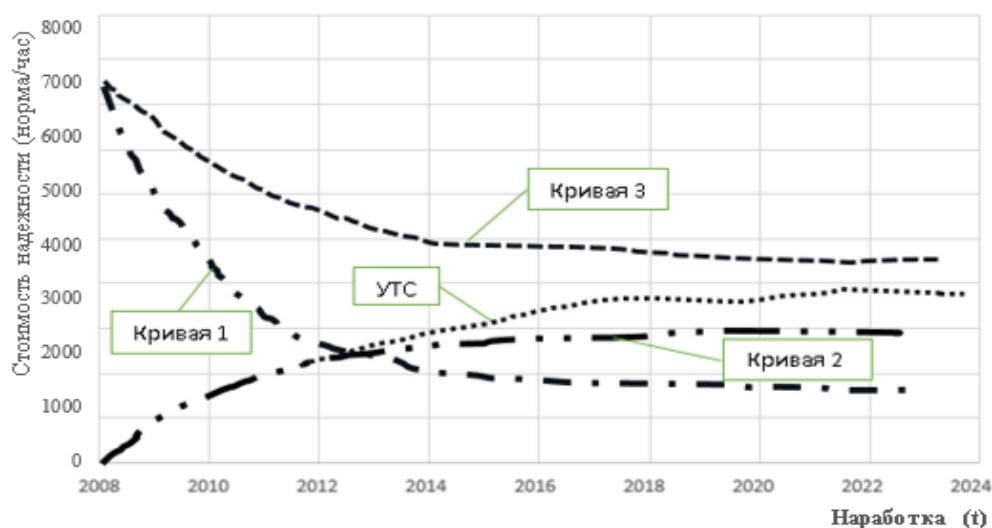


Рисунок 2 – Схема изменения уровня надежности автотранспортных средств

Выполненный анализ эксплуатационных показателей учебных автомобилей на примере учебного центра «Вектор» г. Курска позволили установить, что расходы на поддержание работоспособности учебных транспортных средств (кривая УТС) с учетом предупреждения и устранения отказов находятся выше линии кривой обслуживания нового автомобиля и ниже линии кривой суммарного обслуживания, подтверждая, что условия обслуживания минимальны.

Анализ схемы изменения надежности УТС в процессе эксплуатации имеет большое технико-экономическое значение, в зависимости от метода ремонта можно определить экономические составляющие оказывающие влияние на долговечность эксплуатации, при этом доремонтные ресурсы всегда больше межремонтных. При первом ремонте заменяют и обновляют элементы у которых остаточный ресурс меньше установленной величины межремонтного ресурса, что позволяет повысить уровень надежности, в тоже время восстановленный уровень должен быть меньше первоначального на величину использованного ресурса других элементов, оставленных без ремонта. При определении оптимальной величины межремонтного ресурса качество ремонта оценивается надежностью всего УТС и включает в себя все затраты, отводимые на техническое обслуживание.

Проведенный анализ эксплуатационных показателей УТС на базе учебного центра по

подготовки кандидатов в водители, позволил установить динамику изменения надежности автомобиля при подготовке курсантов транспортных средств категории «В».

Исследование показало, что курсанты на первоначальном этапе подготовки испытывают значительные затруднения, связанные с управлением автомобилем, что приводит к выходу из строя агрегатов и узлов определяющие техническое состояние (рис. 3). Своевременная диагностика является важным элементом технологического процесса технического обслуживания автомобиля, которое направлено на возможность прогнозирования последующих ремонтнообслуживающих воздействий [5].

В процессе эксплуатации автомобиля происходит изменение его технического состояния вследствие изнашивания рабочих поверхностей, нарушения регулировочных параметров, при этом завод изготовитель устанавливает периодичность проведения технического обслуживания в соответствии пробегом автомобиля (в исследуемом периоде 75 и 95 тыс. км пробега) в соответствии регламентом выполняемых работ, входящих в ТО. Для поддержания учебных транспортных средств в рабочем состоянии требуется выполнять техническое обслуживание значительно раньше, т.к. показатель отказа возникает на меньшем пробеге.

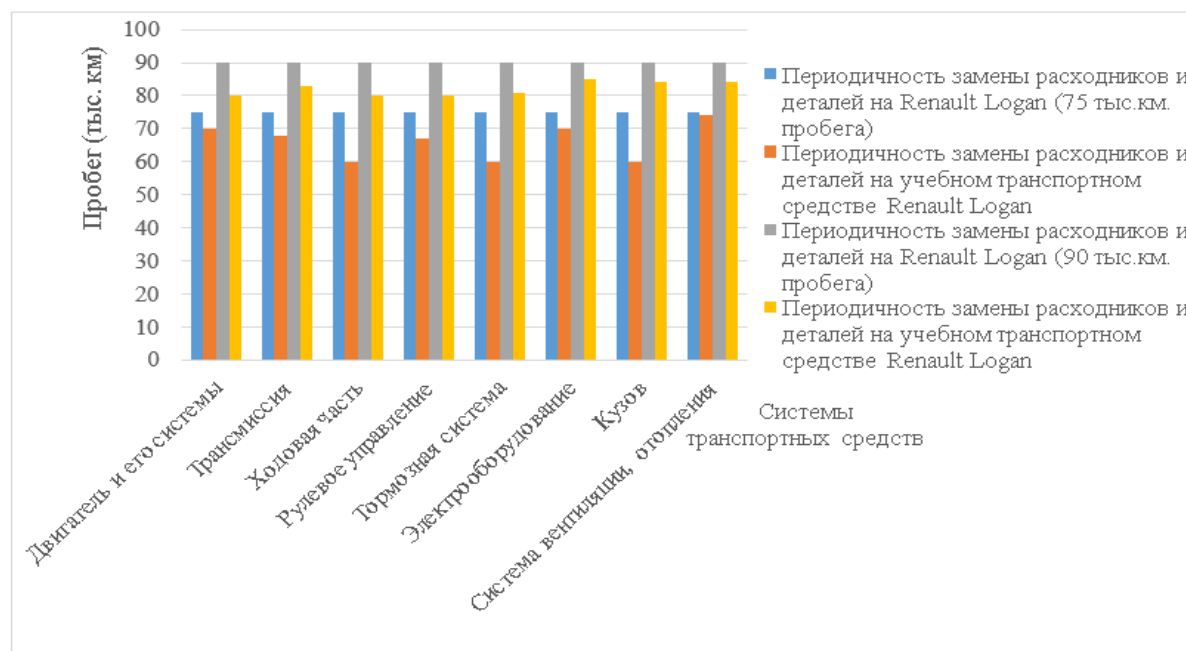


Рисунок 3 – Техническое обслуживание транспортных средств (учебных) Renault Logan

Техническое обслуживание УТС требует внесения изменения в регламент выполнения технического обслуживания и ремонта автомобилей и включает в себя следующие элементы: ежедневное техническое обслуживание (ЕТО визуальный осмотр); периодическое техническое обслуживание (ПТО сезонное обслуживание); периодический технический осмотр (в соответствии с регламентом выполняемых работ по ТО-1, ТО-2...ТО-n); ремонт, изношенных элементов (ТР); техническая подготовка к хранению (мототранспортных средств).

Для разработки и внедрения мероприятий по повышению качества ремонта и эксплуатации УТС сервисные предприятия осуществляют расчет и оценку основных показателей надежности находящиеся в сфере эксплуатации, оценивают отдельные свойства и сопоставляют эти показатели на основе количественных измерений, при этом количество показателей может быть увеличено или уменьшено в зависимости от условий эксплуатации и определяются: показателем безотказности (характеризуют частоту или скорость появления эксплуатационных отказов), показатели долговечности (технические ресурсы и (или) срок гарантийной службы автомобиля, интенсивность отказов, скорость возникновения ресурсных отказов для определенного момента времени), показатель ремонтпригодности (удельные затраты

времени на проведение технического обслуживания, устранение эксплуатационных отказов ремонт УТС или ее элементов), показатели сохраняемости (время работоспособности), показатели надежности (определения удельной стоимости надежности, который представляет собой отношения времени пребывания УТС работоспособном состоянии ко времени ее работы и простоев на техническое обслуживание и ремонт).

Показатель надежности транспортных средств характеризуется нестабильностью качеством новых и отремонтированных автомобилей, разнообразием и непостоянством условий их эксплуатации. Уровень надежности отремонтированных автомобилей зависит от технического состояния, ремонтного фонда и технологических процессов ремонта, применяемых на разных сервисных предприятиях.

Вероятность появления случайных величин отказов определяется как отношение числа «положительных» случаев в заданном интервале времени к общему числу автомобилей, исключая возможные отказы вследствие аварий или других событий, связанных с управлением автомобилем. Вероятность появления событий определяем логическим или расчетным путем (3).

$$P(A) = \frac{m}{N}, \quad (3)$$

где $P(A)$ – вероятность появления случайного события A ; m – число «положительных» случаев появления события A ; N – общее количество наблюдаемых УТС.

По результатам выполненных наблюдений вероятность появления отказа эксплуатируемых транспортных средств (определенных марок или однотипных автомобилей) позволяет установить вероятность появления ресурсного отказа в интервале наработке 4000-6000 км пробега, следовательно, можно утверждать, что при последующих испытаниях эксплуатации в тех же условиях порядка 40 % автомобилей будут нуждаться в ремонте.

4 Обсуждение и заключение

Диагностика технического состояния механизмов проводят после выполнения определенной наработки или определенного срока службы, который необходимо проводить при очередном техническом обслуживании, что позволяет выявить остаточный ресурс до ремонта и предупредить необоснованный и преждевременный сложный ремонт с разборкой механизмов и заменой большого количества деталей, т.е. повысить межремонтный ресурс.

К общим операциям периодических технических осмотров относится подготовка к техническому осмотру, подготовка документации о наработке и срока проведения предыдущих обслуживания и ремонтов, проверка и осмотр УТС, определение технической готовности и остаточного ресурса или срока дальнейшей работы машины до очередного ремонта. Необходимость замены деталей и узлов при проведении технического осмотра устанавливаются по внешним признакам или путем технического диагноза при помощи специальных приборов в результате технического осмотра составляется ведомость дефектов по установленной форме [3].

Вывод: техническая диагностика учебных транспортных средств позволяет определить эксплуатационные показатели работоспособности автомобиля и его систем, обеспечивает безопасность движения, включая безопасность автомобиля для окружающей среды, способствует снижению расхода топлива и смазочных материалов, определяет экономичность межремонтного обслуживания, прогнозирования ресурса узлов и систем.

Список литературы

1 Novikov, A. N. Nanotechnologies and nanomaterials in automobile repair manufacturing / A. N. Novikov, E. V. Ageev, E. V. Ageeva, S. Pikalov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Сер. «International Scientific and Practical Conference Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering, ERSME 2020» – 2020. – Pp. 012015.

2 Агеев, Е. В. Повышение эффективности эксплуатации автомобильных двигателей за

счет использования технической эндоскопии / Е. В. Агеев, А. Л. Кудрявцев, А. Л. Севостьянов // Мир транспорта и технологических машин – 2013 № 3(42). – С. 31-39.

3 Агеев, Е. В. Управление производством и материально-техническое обеспечение на автомобильном транспорте / Е. В. Агеев, А. В. Щербаков // Курск : Университетская книга. – 2015. – 174 с.

4 Агеева, Е. В. Производство технического обслуживания и ремонта автомобилей в особых условиях / Е. В. Агеева, Е. В. Агеев, А. Н. Новиков // Курск : ЮЗГУ, – 2019. – 212 с.

5 Агеев, Е. В. Анализ к техническому состоянию и оборудованию учебных транспортных средств / Е. В. Агеев, Е. С. Виноградов // Современные автомобильные материалы и технологии – 2021. – С. 14-17.

6 Власов, В. М. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей / В. М. Власов, С. В. Жанказиев, С. М. Круглов. – М. : Академия, – 2017. – 432 с.

7 Афанасьев, Л. Л. Конструктивная безопасность автомобиля / Л. Л. Афанасьев, А. Б. Дьяков, В. А. Иларионов. – М. : Машиностроение, – 1983. – 212 с.

8 Гудков, В. А. Подготовка водителей пассажирского автотранспорта и безопасность дорожного движения / В. А. Гудков, В. Н. Федотов, Р. А. Жирков, Е. В. Богданова // Безопасность жизнедеятельности. – 2008. – № 2. – С. 12-15.

9 Кухта, В. С. Техническое состояние транспортных средств и его влияние на безопасность дорожного движения / В. С. Кухта, Е. М. Джаналиев // Молодой ученый. – 2017. – № 6 (140). – С. 51-55.

10 Напольский, Г. М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания / Г. М. Напольский – М. : Транспорт, – 1993. – 271 с.

11 Приказ № 808 «Об утверждении примерных программ профессионального обучения водителей транспортных средств соответствующих категорий и подкатегорий» от 8 ноября 2021.

12 Бакулов, П. А. Автоматизация формирования заявки на ремонт частного легкового автотранспорта через удаленное взаимодействие клиента и СТО / Бакулов П. А. // Инновации и инвестиции. – 2014. – № 4. – С. 135-138.

13 Шатунова, О. В. Надежность водителя как фактор безопасности дорожного движения / О. В. Шатунова, Г. К. Искандарова // Транспортное дело России. – 2016. – № 3 (124). – С. 116-118.

14 Щербинин, Ю. Ф. Наука и безопасность движения / Ю. Ф. Щербинин // Автотранспортное предприятие. – 2011. – № 3. – С. 51-53.

15 Rothe, J. P. Driving lessons: exploring systems that make traffic safer Edmonton / J. P. Rothe // University of Alberta Press, – 2002. – 32 p.

16 Коноплянко, В. И. Основы управления автомобилем и безопасность движения / В. И. Коноплянко, С. В. Рыжков, Ю. В. Воробьев // – М. : ДОСААФ, – 1989. – 224 с.

17 Мнацаканова, В. Г. Краткий обзор ключевых технологических инноваций автомобильной промышленности / В. Г. Мнацаканова // Вопросы инновационной экономики. – 2019. – Том 9. – № 4.

18 Басков, В. Н. Об оценке эффективности использования автомобиля / В. Н. Басков // Актуальные проблемы экономики и транспорта. – 2001. – № 2. – С. 131-134.

19 Аринин, И. Н. Техническая эксплуатация автомобилей / И. Н. Аринин, С. И. Коновалов, Ю. В. Баженов – Ростов н / Д : Феникс, – 2007. – 314 с.

20 Ротенберг, Р. В. Основы надежности системы водитель – автомобиль – дорога – среда : учебник для вузов / Р. В. Ротенберг. – М. : Машиностроение, – 1986. – 216 с.

References

1 Novikov, A. N. Nanotechnologies and nanomaterials in automobile repair manufacturing / A. N. Novikov, E. V. Ageev, E. V. Ageeva, S. Pikalov // IOP Conference Series : Materials Science

and Engineering. Ser. «International Scientific and Practical Conference Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering, ERSME 2020» – 2020. – pp. 012015.

2 Ageev, E. V. Improving the efficiency of operation of automobile engines through the use of technical endoscopy / E. V. Ageev, A. L. Kudryavtsev, A. L. Sevostyanov // World of Transport and technological machines – 2013 № 3(42). – pp. 31-39.

3 Ageev, E. V. Management production and material and technical support in road transport / E. V. Ageev, A. V. Shcherbakov // Kursk : University Book. – 2015. – 174 p.

4 Ageeva, E. V. Production of maintenance and repair of cars in special conditions / E. V. Ageeva, E. V. Ageev, A. N. Novikov // Kursk : South State University, – 2019. – 212 p

5 Ageev, E. V. Analysis to the technical condition and equipment of training vehicles / E. V. Ageev, E. S. Vinogradov // Modern automotive materials and technologies – 2021. – pp. 14-17.

6 Vlasov, V. M. Maintenance and repair of cars / V. M. Vlasov, S. V. Zhankaziev, S. M. Kruglov. – M. : Academy, – 2017. – 432 p.

7 Afanasyev, L. L. Constructive safety of the car / L. L. Afanasyev, A. B. Dyakov, V. A. Ilarionov. – M. : Mashinostroenie, – 1983. – 212 p.

8 Gudkov, V. A. Training of drivers of passenger vehicles and road safety / V. A. Gudkov, V. N. Fedotov, R. A. Zhirkov, E. V. Bogdanova // Life safety. – 2008. – № 2. – pp. 12-15.

9 Kukhta, V. S. Technical condition of vehicles and its impact on road safety / V. S. Kukhta, E. M. Dzhanaliev // Young Young scientist. – 2017. – № 6 (140). – pp. 51-55.

10 Napolsky, G. M. Technological design of motor transport enterprises and service stations / G.M. Napolsky – M. : Transport, – 1993. – 271 p.

11 Order № 808 "On approval of approximate professional training programs for drivers of vehicles of relevant categories and subcategories" dated November 8, 2021.

12 Bakulov, P. A. Automation of the formation of an application for the repair of private passenger vehicles through remote interaction of the client and the service station / Bakulov P. A. // Innovations and investments. – 2014. – № 4. – pp. 135-138.

13 Shatunova, O. V. Driver reliability as a factor of road safety / O. V. Shatunova, G. K. Iskandarova // Transport business of Russia. – 2016. № 3 (124). – pp. 116-118.

14 Shcherbinin, Yu. F. Science and traffic safety / Yu. F. Shcherbinin // Motor transport enterprise. – 2011. – № 3. – pp. 51-53.

15 Rothe, J. P. Driving lessons: exploring systems that make traffic safer Edmonton / J. P. Rothe // University of Alberta Press, – 2002. – 32 p.

16 Konoplyanko, V. I. Fundamentals of driving and traffic safety / V. I. Konoplyanko, S. V. Ryzhkov, Yu. V. Vorobyov // M. : DOSAAF, – 1989. – 224 p.

17 Mnatsakanova, V. G. A brief overview of key technological innovations in the automotive industry / V. G. Mnatsakanova // Issues of innovative economy. – 2019. – Volume 9. – № 4.

18 Baskov, V. N. On the assessment of the efficiency of using a car / V. N. Baskov // Actual problems of economics and transport. – 2001. – № 2. – pp. 131-134.

19 Arinin, I. N. Technical operation of cars / I. N. Arinin, S. I. Konovalov, Yu. V. Bazhenov – Rostov n / D : Phoenix, – 2007. – 314 p.

20 Rotenberg, R.V. Fundamentals of reliability of the driver-car-road -environment system : textbook for universities / R. V. Rotenberg. – M. : Mechanical Engineering, – 1986. – 216 p.

© Агеев Е.В., Виноградов Е.С., 2022