

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Г.Ф. МОРОЗОВА»

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ, ИННОВАЦИИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ

Материалы Международной молодежной научно-практической конференции

Воронеж, 17-18 октября 2024 г.

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
OF THE RUSSIAN FEDERATION
FEDERAL STATE BUDGET EDUCATIONAL INSTITUTION
OF HIGHER EDUCATION
«VORONEZH STATE UNIVERSITY OF FORESTRY AND TECHNOLOGIES
NAMED AFTER G.F. MOROZOV»

DEVELOPMENT PROSPECTS, INNOVATIONS AND INFORMATION
TECHNOLOGIES IN TRANSPORT

Materials of the International Youth Scientific and Practical Conference

Voronezh, October 17-18, 2024

Voronezh 2024

УДК 629.331+001.895

П27

П27 Перспективы развития, инновации и информационные технологии на транспорте : материалы Международной молодежной научно-практической конференции, Воронеж, 17-18 октября 2024 г. / отв. ред. Д. А. Жайворонок ; М-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2024. – 265 с. – URL: <https://vgltu.ru/nauka/konferencii/2024/perspektivy-razvitiya-innovacii-i-informacionnye-tehnologii-na-transporte/>. – Текст: электронный.

ISBN 978-5-7994-1128-2

В сборнике представлены материалы Международной молодежной научно-практической конференции «Перспективы развития, инновации и информационные технологии на транспорте», прошедшей в г. Воронеже 17-18 октября 2024 года.

Материалы конференции предназначены для специалистов автомобильной отрасли и информационных технологий, а также широкого круга читателей.

УДК 629.331+001.895

ISBN 978-5-7994-1128-2

© ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. Цифровые и информационные технологии управления транспортными системами, транспортная телематика

Ахромешин А.В., Пышный В.А. К вопросу расчета загрузки улично-дорожной сети с помощью уточнения параметров функционирования ЦМТ различного типа	6
Гаркуша О.С., Дарковская А.С. Анализ данных как средство прогнозирования численности иностранных студентов вуза (на примере автомобильного факультета)	10
Лукьянов А.С., Дерябин А.С. Выбор и особенности применения в транспортных комплексах навигационной аппаратуры потребителей	14
Ризаева Ю.Н., Аккерман Д.А., Филиппов Е.О. Эксплуатация беспилотного транспорта на автомобильных дорогах	19
Терентьев В.В., Шемякин А.В., Аникин Н.В., Андреев К.П. Совершенствование системы управления дорожным движением в городах	24
Теслин Д.М., Лысянников А.В., Кайзер Ю.Ф., Сергиенко Н.Е. Автоматическая система контроля нагрузочных параметров и управления рабочим органом дорожно-строительной техники	29

Секция 2. Интеллектуальные транспортные системы, искусственный интеллект на транспорте

Субхонбердиев А.Ш., Иванников В.А., Мясина А.А., Колесникова А.В. Перспективы развития беспилотных транспортных средств	33
Цзян Цзисяо Краткосрочное прогнозирование транспортных потоков на основе математических моделей	43
Чередниченко М.В. Повышение доверия пользователей к эксплуатации беспилотных автомобилей	49

Секция 3. Безопасность дорожного движения

Агеев Е.В., Виноградов Е.С. Общая характеристика деятельности водителя в системе «В-С»	53
Бусарин Э.Н., Кораблев Р.А., Струков Ю.В., Белокуров В.П. Анализ существующей ситуации и разработка предложений по организации и безопасности движения средств индивидуальной мобильности	59
Дорохин С.В., Глушанков А.Р., Тертерашвили Д.Г. Обеспечение безопасности дорожного движения за счет применения систем видеонаблюдения автоматизированного типа	63
Дорохин С.В., Лазарев Д.А., Гринякин Р.В., Стрекалов Д.П. Использование информационных технологий при экспертизе дорожно-транспортных происшествий	69
Дорохин С.В., Тертерашвили Д.Г., Глушанков А.Р. Особенности автотранспортных перевозок в условиях Крайнего Севера	74
Зеликов В.А., Злобина Н.И., Денисов Г.А. Экспертиза ДТП – важный этап в обеспечении безопасности дорожного движения	77
Куликов А.В., Куликов А.А. Анализ технико-эксплуатационных показателей функционирования автобусов на маршруте № 35 «Речной вокзал – Больничный комплекс» г. Волгограда	81

Куликов А.В., Рассоха А.Д., Куликов А.А. Исследование показателей функционирования автобусов на маршруте № 21 «ЖД Вокзал Волгоград-1 – Инструментальный завод»	90
Куликов А.В., Куликов А.А., Залонцев Д.А. Анализ технико-эксплуатационных показателей функционирования автобусов на маршруте № 61 «Школа № 3 – Верхнезареченское кладбище»	100
Куликов А.В., Куликов А.А. Анализ технико-эксплуатационных показателей функционирования автобусов на маршруте № 68 «Посёлок Водстрой – Инструментальный завод»	107
Сидоров А.А., Гаврилин М.А., Гаврилина О.П. Анализ факторов, влияющих на качество автомобильных дорог	115
Сидоров А.А., Гаврилин М.А., Гаврилина О.П. Методы снижения количества дорожно-транспортных происшествий	120
Струкова И.Ю., Зеликова Н.В., Разгоняева В.В., Струков Ю.В. Рекомендации к проектам обустройства автомобильных дорог	125
Струкова И.Ю., Казачек М.Н., Климова Г.Н., Сподарев Р.А. Анализ организации и безопасности движения на пересечении улиц Калининградская и Куйбышева города Воронежа	128
Секция 4. Инновационные технологии в транспортном комплексе	
Асфур Х.М.А., Горяев Н.К. Обоснование времени обслуживания группы городского пассажирского транспорта на остановочном пункте	133
Дорохин С.В., Азарова Н.А. Инновационные цифровые технологии в сфере транспорта как современная глобальная тенденция развития	140
Жайворонок Д.А., Терёхина И.В., Шакина Ф.А. Повышение качества обмена информацией абонентов автотранспортной инфраструктуры	145
Логунова Е.А., Н.С. Жидких, Каргашилов Д.В. Концепции систем обеспечения пожарной безопасности строительной техники с электроприводом на литий-ионных аккумуляторах	151
Оганян Э.А., Хмелев Р.Н. Результаты имитационного моделирования электрического привода самоходной машины	156
Сторожева О.В., Дорохин С.В., Чепрасова А.А. Транспортная инфраструктура Крайнего Севера: специфика и перспективы	161
Чердниченко М.В. Определение актуального алгоритма вывода ВАТС на дороги общего пользования с изучением социологического и экономического вопроса внедрения новых беспилотных транспортных решений	164
Шабанов М.Л., Черников Э.А., Матяшов А.Е., Шабанов Р.М. Повышение качества услуг автомобильных сервисов за счет импортозамещения оборудования	170
Яковлева Е.А., Зекс Я.А. Применение беспилотных транспортных систем и средств в городской транспортной системе	175
Секция 5. Энергоэффективные технические решения для автомобильного транспорта	
Новиков А.П., Хрипченко М.С., Черников Э.А., Новикова И.А. Снижение теплонапряженности выпускных клапанов поршневых двигателей посредством управления контактным термосопротивлением	179

Савинков М.А., Посметьев В.И., Никонов В.О. Стенд для испытания и исследования агрегатов и узлов транспортных и почвообрабатывающих машин и орудий	185
Советбеков Б., Абдулазизов А.А. Применение ограничений на выбросы вредных веществ автомобильным транспортом	189
Хрипченко М.С., Новиков А.П., Ленцов П.П. Особенности эксплуатации автомобилей КАМАЗ поколения К5 в арктических условиях	196
Секция 6. Альтернативные источники энергии на транспорте	
Кораблев Р.А., Белокуров В.П., Бусарин Э.Н., Голев А.Д., Штепа А.А. Альтернативные виды транспорта и городское планирование	204
Секция 7. Перспективные технологии изготовления и упрочнения деталей автомобилей	
Иванников В.А., Бухтояров В.Н., Голев А.Д., Крухмалев С.Н. Технологическое оснащение для упрочнения и испытания на износостойкость распределительных валов	209
Секция 8. Современные неразрушающие методы диагностики агрегатов и систем автомобилей	
Дорохин С.В., Рудь В.А. Оценка важности контроля давления в шинах в условиях Крайнего Севера	213
Исанбердин И.Р., Неговора А.В., Козеев А.А. Оперативный контроль технического состояния автомобильных баллонов высокого давления при заправке на АГНКС	217
Швырёв А.Н., Швырёв С.А., Латынин А.В., Астахова Е.А. Особенности сезонной эксплуатации автомобилей с гидравлическим приводом	221
Снятков Е.В., Швырёв А.Н., Щерба В.А., Масляный В.А. Установление оригинальности керамических тормозных дисков сравнительным методом исследования	226
Секция 9. Управление техническим состоянием транспортных средств в течение их жизненного цикла	
Андрейкин А.А., Гетман А.И., Жидких Н.С. Применение контекстного моделирования как инструмента повышения качества автомобиля на ранних стадиях его жизненного цикла	230
Волков В.С., Лебедев Е.Г., Митрохин Е.А. К вопросу выбора критериев оценки влияния эксплуатационных факторов на состояние надёжности автомобильного подвижного состава	237
Гасанов А.Б., Овчинников О.С. Оценка качества восстановления редуктора жатки-дробилки комбайна OROS CORNADO	243
Макаренко П.А. Техническое обслуживание и ремонт транспортных средств как основные виды работ по увеличению их жизненного цикла	249
Неговора А.В., Козеев А.А., Муниров Д.Ф. Основные проблемы газомоторных свечей зажигания и их устранение	254
Федотов А.И., Яньков О.С., Киселёв П.А., Ухватов Д.О. Системы измерения исследовательского мультифункционального стендового комплекса ИРНТУ	260

Секция 1. Цифровые и информационные технологии управления транспортными системами, транспортная телематика

DOI: 10.58168/DRITTT2024_6-9

УДК 519.6: 656.13

Ахромешин А.В.

канд. техн. наук, доцент кафедры «Транспортно-технологические машины и процессы», Тульский государственный университет, РФ

Пышный В.А.

канд. техн. наук, доцент кафедры «Транспортно-технологические машины и процессы», Тульский государственный университет, РФ

Akhromeshin A.V.

Ph.D., Associate Professor of the Department of Transport and Technological Machines and Processes, Tula State University, Russian Federation

Pyshnyi V.A.

Ph.D., Associate Professor of the Department of Transport and Technological Machines and Processes, Tula State University, Russian Federation

К ВОПРОСУ РАСЧЕТА ЗАГРУЗКИ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ С ПОМОЩЬЮ УТОЧНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЦМТ РАЗЛИЧНОГО ТИПА

ON THE ISSUE OF CALCULATING THE LOAD OF THE STREET AND ROAD NETWORK BY CLARIFYING THE PARAMETERS OF THE FUNCTIONING OF VARIOUS TYPES OF WTC

Аннотация. В рамках исследования проведен анализ распределения населения по различным типам центров массового тяготения «Торговые центры», выполнен расчет распределения корреспонденций по дальности с использованием гравитационной модели и настройкой уточняющего коэффициента «чувствительности» для каждого типа центров.

Ключевые слова: улично-дорожная сеть; центр массового тяготения; гравитационный подход; матрица корреспонденций, транспортная система.

Abstract. Within the framework of the study, the distribution of the population by various types of mass gravity centers "Shopping centers" was considered, and the distribution of correspondence by range was calculated using a gravitational model and adjusting the clarifying coefficient of "sensitivity" for each type of center.

Keywords: street and road network; center of mass gravity; gravitational approach; correspondence matrix, transport system.

Развитие современного города связано с увеличением привлекательности инфраструктуры для его жителей и, посетителей и людей. Одним из важнейших показателей комфорта является количество центров массового тяготения (ЦМТ) различного типа и обеспечение транспортной доступности к ним. Достигание показателей обеспечивается в рамках реализации документов транспортного планирования, что требует для оценки эффективности их внедрения использования наукоемких подходов и современных технологий. Актуальность выбранной тематики обусловлена большим числом изменений в градостроительные нормы и правила, принятые за последние десять лет, актуализацией транспортной стратегии развития транспорта РФ, а также большим количеством публикаций по данному направлению исследований в отечественной и зарубежной литературе.

Принятие решений по оптимизации транспортной системы города должно проводиться только после моделирования текущей и прогнозной ситуаций. Для уточнения моделей требуется сопоставление каждого этапа ее реализации. В публикации рассматривается этап формирования данных генерации (поглощения) потоков ЦМТ. Под потоками в данном случае следует понимать, как транспортные потоки, так и пассажирские и пешеходные потоки.

Расположенные на городских территориях объекты можно рассматривать с позиции выполнения городских функций, укрупненно, таких как жилье, торговля, образование, промышленность и др. Такая классификация представлена в работе А.П. Ромма [1]. В рамках исследования транспортных систем данный подход позволяет рассматривать каждый объект как ЦМТ, имеющий свой набор параметров функционирования, а также наследующий определенный ряд характеристик и функций. Это позволяет формировать представление о генерации и поглощении транспортных и пассажирских потоков отдельными элементами транспортной системы и в целом решать задачи транспортного планирования и моделирования.

Рассмотрим конкретную городскую функцию «Торговля, общепит, сфера услуг». В рамках нее отдельно выделяются торговые центры (ТЦ), которые можно разделить на 4 типа [2]: микрорайонные, районные, окружные и региональные.

Общими характеристиками функционирования для ЦМТ класса ТЦ будут:

- посещение с целью приобретения товаров и услуг;
- нерегулярность посещения;
- ограничение по времени посещения графиком работы;
- количество рабочих мест значительно меньше чем возможное количество посетителей.

Представим в виде табл. 1 особенности функционирования каждого типа ТЦ.

Таблица 1 – Особенности функционирования типов ТЦ

№	Тип ТЦ	Особенности генерации поглощения потоков
0	Микрорайонный	В основном используется при совершении пеших внутренних перемещений. При расположении на выездной магистрали или в пригороде к нему тяготеет часть транзитных корреспонденций в качестве попутной цели при перемещении
1	Районный	Используется жителями административного района, в котором находится, имеется несколько различных арендаторов, предоставляющих услуги и товары, количество посетителей, использующих транспорт и перемещающихся пешком к ТЦ равнозначно
2	Окружной	Большинство посетителей добираются на различных видах транспорта, обладает большой емкостью парковочных мест. Максимальная загрузка наблюдается в выходные и праздничные дни.
3	Региональный	Качестве цели посещения используется жителями не только пункта расположения, но и иных городов в радиусе 150 км. Время посещения может составлять большую часть рабочего времени ТЦ. В рамках региона как правило количество данных ТЦ минимально.

Как было указано в таблице, каждый из типов ТЦ обладает своим радиусом действия. Для оценки загрузки улично-дорожной сети корреспонденциями, перемещающимися в ТЦ, используем гравитационный подход [3], где корреспонденция определяется как

$$F_{ij}^{kl} = A_i O_i^{kl} B_j D_j^{kl} \exp(-\lambda^{kl} C_{ij}^{kl}).$$

Для того чтобы была возможность смоделировать данный эффект необходимо корректно подобрать коэффициента «чувствительности» λ^{kl} . В рамках решения классической задачи используют полученные ранее эмпирическим путем коэффициенты 0,065 для трудовых поездок, для культурно-бытовых поездок 0,15 [4]. В рамках проведенного исследования предложено для каждого из типов ТЦ использовать уникальные значения λ^{kl} для каждого типа ТЦ.

В качестве базовой модели использована модель г. Тулы, включающая в себя все городские дороги и улицы, подъездные магистрали. В рамках транспортного районирования территории разделены на 100 районов. Расчет проводился для вечернего часа «пик» характерного рабочего дня. Распределение объемов корреспонденций ТЦ подробно описано в работе авторов [2]. Верификация была проведена путем сравнения расчетных данных с данными социологических опросов, проведенных среди жителей города Тула.

В результате решения 4-шаговой задачи для расчета загрузки улично-дорожной сети [5] корреспонденциями с целью посещения ТЦ различных типов было получено распределение объемов корреспонденций по каждому типу индивидуально, рис. 1.

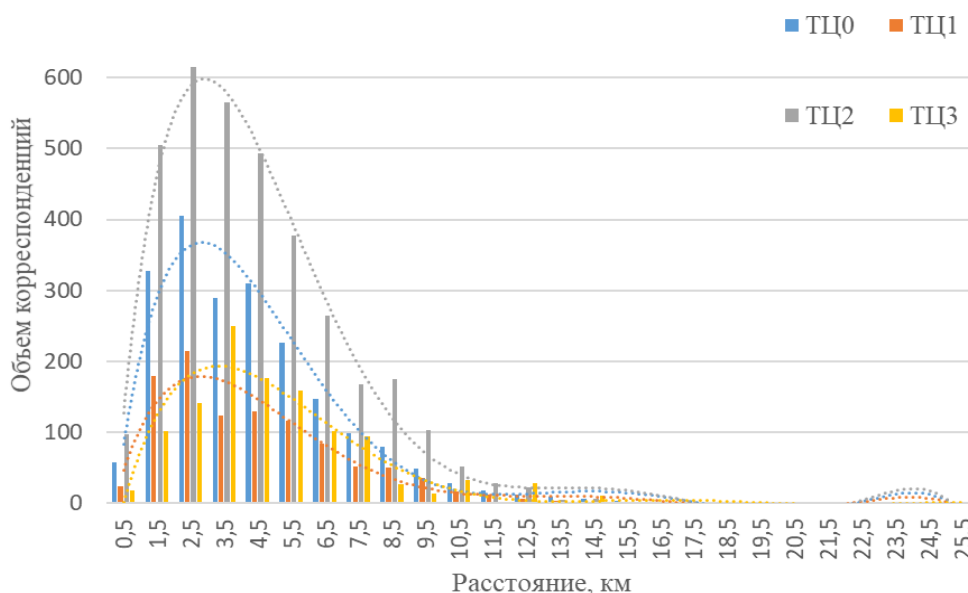


Рисунок 1 – Распределение корреспонденций по расстоянию:
ТЦ0 – микрорайонные; ТЦ1 – районные; ТЦ2 – окружные; ТЦ3 – региональные

Данное распределение характерно для участников дорожного движения, перемещающихся как на личном, так и на общественном транспорте. Видно, что в соответствии с изменением величины λ^{kl} объемы потоков изменяются в

зависимости от расстояния перемещения. Характерные для микрорайонных ТЦ максимальные объемы корреспонденций расположены в радиусе 1,5-2,5 км, для остальных ТЦ определены большие расстояния.

Для уточнения данных по распределению допустимо увеличение количества транспортных районов. Результаты также могут зависеть от конфигурации сети, поэтому можно предположить, что для каждого города стоит индивидуально настраивать λ^{kl} .

В работе изучены особенности функционирования ЦМТ типа «Торговый центр», получены данные для коэффициента «чувствительности» λ^{kl} , проведена верификация модели со статистическими данными опроса жителей города Тула. Модель показала хорошую сходимость результатов. Указанный подход позволяет проводить исследования для всех типов ЦМТ, что актуально для проведения дальнейших исследований транспортного поведения населения и расчета загрузки улично-дорожной сети, в том числе и в новых микрорайонах города.

Список литературы

1. Ромм, А. П. Комплексная оценка и функциональное зонирование территории в градостроительном проектировании: дис. ... д-ра архитектуры: 18.00.04. Москва, 2002. 206 с.
2. Агуреев, И.Е. Методика определения вероятностного спроса центров массового тяготения на основе классификации в рамках теории макросистем / И.Е. Агуреев, Г.Е. Пышная, В.А. Пышный // Вестник СибАДИ. 2022. Т.19, № 1(83). С. 62-73.
3. Энтропийные методы моделирования сложных систем / пер. с англ. Ю.А. Дубова ; под ред. Ю.С. Попкова ; с доп. Ш.С. Имельбаева и Б.Л. Шмульяна. – Москва : Наука, 1978. – 247 с.
4. Моделирование транспортных потоков в крупном городе с применением к московской агломерации / А. С. Алиев, А. И. Стрельников, В. И. Швецов, Ю. З. Шершевский // Автоматика и телемеханика. 2005. № 11. С. 113–125.
5. Алиев, А. С. Модель транспортных потоков на основе четырехшаговой схемы с учетом цепочек передвижений / А. С. Алиев, Д. С. Мазурин, В. И. Швецов // Труды Института системного анализа Российской академии наук. – 2016. – Т. 66, № 1. – С. 3-9.

References

1. Romm, A. P. Complex assessment and functional zoning of the territory in urban planning design: dis. ... Doctor of Architecture: 18.00.04. Moscow, 2002. 206 p.
2. Agureev, I.E. Methodology for determining the probabilistic demand of mass population centers based on classification within the framework of the theory of macrosystems / I.E. Agureev, G.E. Pyshnaya, V.A. Pyshny // Bulletin of SibADI. 2022. Vol. 19, No. 1(83). pp. 62-73.
3. Entropic methods of modeling complex systems / Translated from the English by Yu.A. Dubov ; edited by Yu.S. Popkov; with additions by Sh.S. Imelbaev and B.L. Shmulyan. – Moscow : Nauka, 1978. – 247 p.
4. Modeling of traffic flows in a large city with application to the Moscow agglomeration / A. S. Aliyev, A. I. Strelnikov, V. I. Shvetsov, Yu. Z. Shershevsky // Avtomatika i telemekhanika. 2005. No. 11. pp. 113-125.
5. Aliyev, A. S. A model of transport flows based on a four-step scheme taking into account chains of movement / A. S. Aliyev, D. S. Mazurin, V. I. Shvetsov // Proceedings of the Institute of System Analysis of the Russian Academy of Sciences. – 2016. – Vol. 66, No. 1. – pp. 3-9.

Гаркуша О.С.

преподаватель кафедры иностранных языков,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Дарковская А.С.

студент магистратуры,
группа ИС4-232-ОМ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Garkusha O.S.

instructor (teacher) in secondary level vocational education,
Voronezh State University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Russian Federation

Darkovskaya A.S.

master's degree student, group IS4-231-ОМ,
Voronezh State University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Russian Federation

АНАЛИЗ ДАННЫХ КАК СРЕДСТВО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ ВУЗА (НА ПРИМЕРЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ФАКУЛЬТЕТА)

DATA ANALYSIS AS A PREDICTION TOOL OF THE NUMBER OF FOREIGN STUDENTS IN THE UNIVERSITY (ON THE EXAMPLE OF AUTOMOBILE FACULTY)

Аннотация. Организация обучения иностранных студентов имеет решающее значение для устойчивого образовательного процесса в вузе. Однако внешние факторы, такие как геополитические процессы, законодательство и репутационные издержки, могут затруднить прогнозирование набора. В исследовании были проанализированы данные о наборе иностранных студентов с 2015 по 2024 год. Глобальные события, такие как пандемия и санкции, оказали наиболее существенное влияние на набор студентов бакалавриата. Магистерские программы остаются стабильными, что позволяет предположить, что иностранные студенты предпочитают продолжать обучение в российских вузах. Спрос на технические специальности увеличивается, но набор на узкопрофильные специальности остается относительно неизменным. Обнаружена корреляция между студентами первого курса и теми, кто закончил предварительные курсы русского языка. Анализ данных помогает выявить текущие тенденции и построить долгосрочные прогнозы в сфере набора иностранных граждан, позволяя вузам оптимально корректировать свою работу.

Ключевые слова: анализ данных, иностранные студенты, учебный процесс, долгосрочный прогноз, сбор данных, корреляция.

Abstract. Organization of foreign students' education is crucial for a sustainable educational process at a university. However, external factors like geopolitical processes, legislation, and reputational costs can make it difficult to predict enrollment. A study analyzed data on foreign students' enrollment from 2015 to 2024. Global events, such as the pandemic and sanctions, have had the most significant impact on bachelor student recruitment. Master's programs remain stable, suggesting that foreign students prefer to continue their studies at Russian universities. The demand for technical specialties is increasing, but enrollment in narrow-profile specialties remains relatively unchanged. A correlation between first-year students and those who completed preliminary Russian language courses was found. The analysis of data helps identify current trends and build long-term forecasts in the recruitment of foreign citizens, allowing universities to adjust their work optimally.

Keywords: data analysis, foreign students, educational process, long-term forecast, data collection, correlation.

Организация обучения иностранных студентов является составной частью построения устойчивого образовательного процесса в вузе. Принятие взвешен-

ных управленческих решений представляет основу для формирования дорожной карты учебного заведения и должно основываться как на наглядном анализе текущей ситуации, так и на наиболее ожидаемой перспективе по количеству студентов иностранных государств на различных уровнях образования [1]. При этом зависимость миграционных потоков от внешних факторов, таких как геополитические процессы, законодательство различных стран, репутационные издержки, приводит к объективным трудностям в прогнозировании набора иностранных студентов. Создание системы по сбору и анализу данных в такой ситуации приобретает первоочередное значение и позволяет формировать наиболее вероятное виденье будущего.

Методы и материалы

В рамках проводимой работы были собраны данные иностранных студентов, прошедших обучение в ВГЛУТУ в период с 2015 по 2024 год (рис. 1).

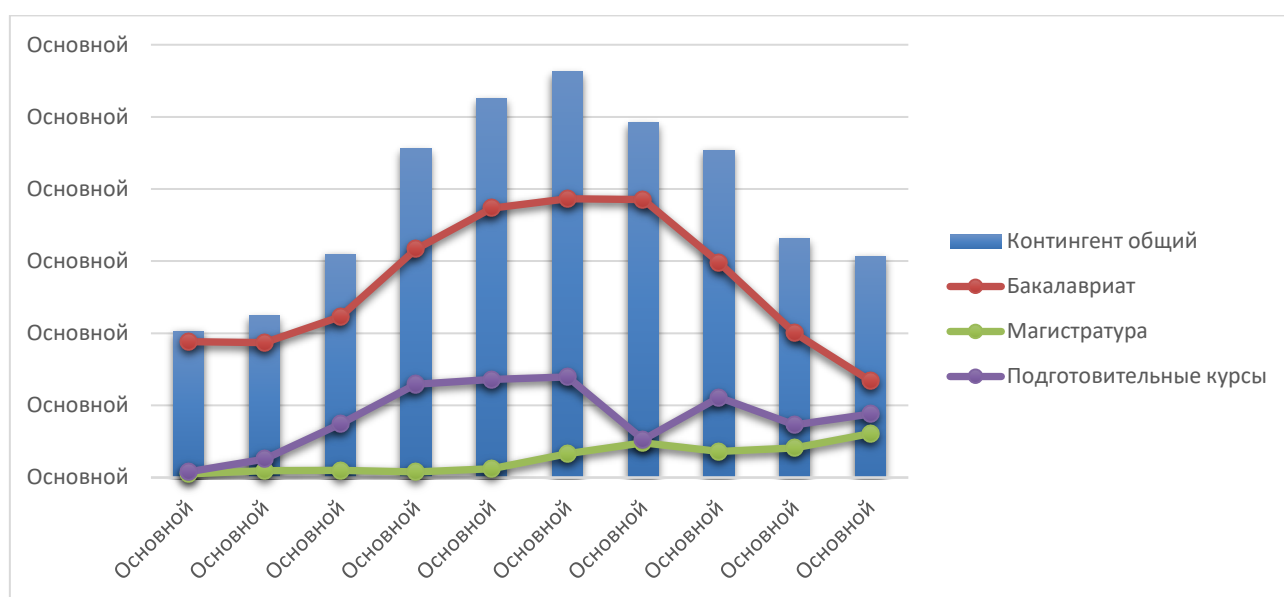


Рисунок 1 – Количество иностранных студентов на различных уровнях образования

Проведенный сравнительный анализ показывает, что наибольшее влияние на набор студентов-бакалавров оказывают общемировые события. Стабильный рост желающих получить образование в России прервался в 2021 году, следом за всемирной пандемией. В 2023 году падение поступающих иностранных граждан продолжилось, что связано с введением санкций против России и общим негативным информационным потоком, культивируемым недружественными странами. При этом остается стабильным набор на обучение в магистратуру, что свидетельствует о том, что при сознательном выборе, в противовес бакалавриату, когда выбор делают родители, иностранные студенты предпочитают продолжить обучение в российских вузах.

Статистика по процентному соотношению стран в общей доле контингента показывает постепенный спад интереса к обучению в России граждан из стран бывшего СССР (рис. 2), что соотносится с общероссийскими показателями Россотрудничества. В целом, по стране фиксируется уменьшение числа студентов из стран СНГ в пределах 5% ежегодно.

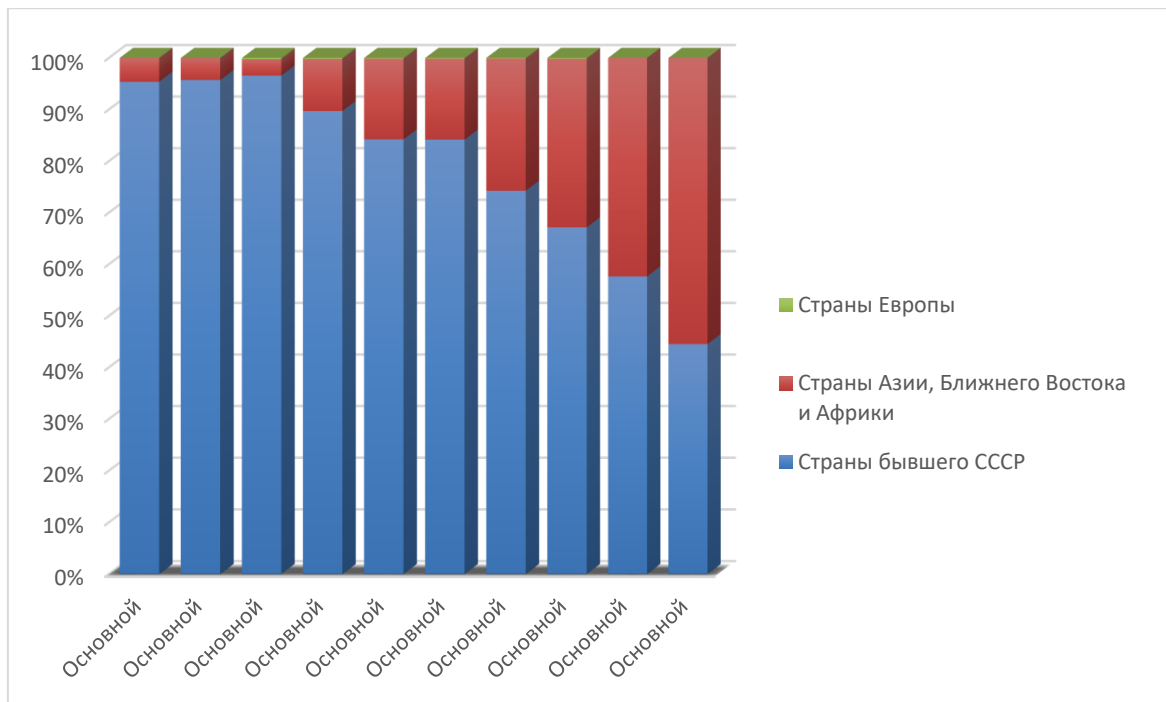


Рисунок 2 – Процентное соотношение представленности различных групп стран в общем контингенте обучающихся

Анализ востребованности различных направлений подготовки (рис. 3) показывает возрастающую потребность в технических специальностях, особенно это заметно на фоне падения контингента на экономическом факультете.

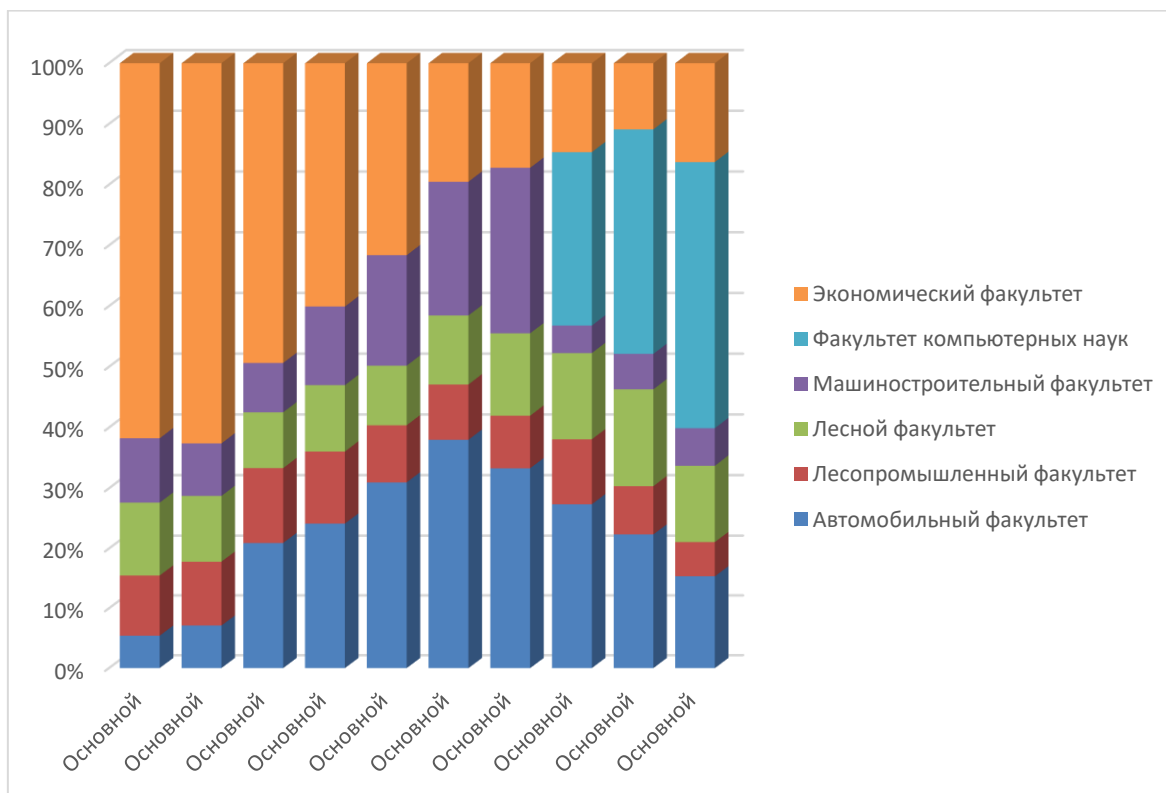


Рисунок 3 – Соотношение количества обучающихся иностранцев по факультетам

При этом набор на узко профильные специальности, такие как лесное дело и лесопромышленный комплекс, практически остается неизменным [2].

Проведенный статистический анализ так же выявил корреляцию между количеством поступивших на первый курс и количества студентов, закончивших обучение на подготовительных курсах русского языка.

Таким образом, обобщая полученные сведения, можно сделать вывод что сбор, обработка и анализ данных позволяет выявлять актуальные тенденции и строить долгосрочные прогнозы в сфере набора иностранных граждан [3]. Что, в свою очередь, позволяет скорректировать работу вуза в наиболее оптимальном формате.

Список литературы

1. Эконометрика образования: анализ факторов продвижения российских университетов в мировых рейтингах методом корреляционной матрицы / А. Л. Таточенко, И. М. Таточенко, Н. М. Сурай, П. А. Неверов // Модернизация экономических систем: взгляд в будущее (MESLF-2021) : сборник научных трудов, Прага, 22 декабря 2021 года. – Прага: Vědecko vydavatelské centrum «Sociosféra-CZ», 2021. – С. 74-83. – EDN YGHVHC.

2. Кроер, Е. В. Анализ числа обучающихся из зарубежных стран в образовательных организациях Российской Федерации / Е. В. Кроер // Глобальный научный потенциал. – 2019. – № 12(105). – С. 118-125. – EDN EUKGJU.

3. Чучулина, Е. В. Методика оценки международной активности университета как способ интеграции на рынок образовательных услуг РФ и КНР / Е. В. Чучулина // Экономика и предпринимательство. – 2023. – № 4(153). – С. 94-101. – DOI 10.34925/EIP.2023.153.4.015. – EDN VXTTRD.

References

1. Econometrics of education: analysis of factors promoting Russian universities in world rankings by the correlation matrix method / A. L. Tatochenko, I. M. Tatochenko, N. M. Surai, P. A. Neverov // Modernization of economic systems: a look into the future (MESLF-2021) : collection of scientific papers, Prague, December 22, 2021 of the year. – Prague: Sociosphere-Czech Republic International Exhibition Center, 2021. – pp. 74-83. – YGHVHC Publishing House.

2. Kroer, E. V. Analysis of the number of students from foreign countries in educational institutions of the Russian Federation / E. V. Kroer // Global scientific potential. – 2019. – № 12(105). – Pp. 118-125. – EDN YUKJU.

3. Chechulina, E. V. Methodology for assessing the international activity of the university as a way of integration into the educational services market of the Russian Federation and China / E. V. Chuchulina // Economics and entrepreneurship. – 2023. – № 4 (153). – Pp. 94-101. – DOI 10.34925/EIP.2023.153.4.015. – THE VXTTRD ELECTRONIC NUMBER.

Лукьянов А.С.

кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры инфокоммуникационных систем и технологий Воронежского института МВД России, Воронеж, РФ

Дерябин А.С.

кандидат технических наук, начальник отдела ЦИТСиЗИ УМВД России по Тамбовской области, Тамбов, РФ

Lukyanov A.S.

candidate of technical sciences, senior teacher of department of infocommunication systems and technologies of the Voronezh institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Voronezh, Russian Federation

Deryabin A.S.

candidate of technical sciences, head of the Department for Technical Protection of Information and Cryptographic Protection of Information of the center of information technologies, communication and information security of Regional Office of the Ministry of Internal Affairs of Russia of the Tambov region, Tambov, Russian Federation

ВЫБОР И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ В ТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСАХ НАВИГАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

THE CHOICE AND FEATURES OF THE USE OF CONSUMER NAVIGATION EQUIPMENT IN TRANSPORT COMPLEXES

Аннотация. В статье осуществлен анализ навигационной аппаратуры потребителей, а также представлена организационная структура системы мониторинга подвижных объектов, интеграция спутниковых систем связи и особенности применения мобильных терминалов.

Ключевые слова: навигационная аппаратура потребителей, система мониторинга подвижных объектов, глонасс.

Abstract. The article analyzes the navigation equipment of consumers, as well as presents the organizational structure of the mobile object monitoring system, the integration of satellite communication systems and the specifics of the use of mobile terminals.

Keywords: consumer navigation equipment, mobile object monitoring system, glonass.

В настоящее время навигационная аппаратура потребителей (НАП), такая как ГЛОНАСС/GPS-навигаторы, мобильные приложения и другие геопозиционные устройства, стали неотъемлемой частью повседневной жизни людей, обеспечивающие пользователей информацией о местоположении, маршрутах, пробках и т.д. Виды мобильных терминалов (НАП) представлены в табл. 1 [3].

На данный момент перечень нормативно-правовых документов, регламентирующих применение геоинформационных технологий на территории Российской Федерации достаточно широк. Представим часть из этого перечня: ФЗ РФ от 14.02.2009 № 22 «О навигационной деятельности», ФЗ РФ от 28.12.2013 № 395 «О государственной автоматизированной информационной системе «ЭРА-ГЛОНАСС», Приказ МВД России от 26.09.2009 № 737, ГОСТ Р 52457-2005, ГОСТ Р 56497-2015.

Таблица 1 – Анализ навигационной аппаратуры потребителей

НАП	<i>АРКО-ТМ1</i>	ПНИК-Т	Приток-БК-031
Процессор	<i>ARM7, 48 MHz</i>	-	-
Аналоговые и дискретные входы	<i>до 10 шт.</i>	до 8 шт	до 8 шт
Скорость передачи в канале УКВ	<i>2400-9600 бод</i>	1200-6800 бод	2400-6800 бод
Плотность передачи	<i>до 12 бортов/сек</i>	до 10 бортов/сек	до 8 бортов/сек
Датчик уровня топлива	<i>0-6 В или 0-36 В, 10 бит</i>	0-24 В	0-6 В
Аккумулятор	<i>2-4 ч автономной работы</i>	2 ч автономной работы	2 ч автономной работы
Диапазон рабочих температур	<i>от -25 до +55°С</i>	от -30 до +55°С	от -35 до +55 °С
Габаритные размеры	<i>181x52x140 мм</i>	188x60x168 мм	120x95x44 мм
Питание терминала	<i>от 8 до 36 В</i>	12, 24 и 27 В	от 10,5 до 26 В
Масса	<i>не более 1 кг</i>	750 г	не более 1 кг

В условиях постоянно меняющейся социальной и технологической среды обеспечения эффективности работы различных служб становится вызовом, требующим применения инновационных подходов и технологий.

Под навигационно-мониторинговой системой (НМС) понимается комплекс технических и аппаратно-программных средств на основе НАП глобальных спутниковых навигационных систем, обеспечивающий возможность контроля в центре мониторинга состояния и местоположения объектов [2].

Навигационно-мониторинговые системы включают в себя несколько ключевых компонентов: аппаратно-программный комплекс, каналы связи, терминальные модули или трекеры (НАП) и электронные карты местности.

Аппаратно-программный комплекс (АПК) представляет собой комплексное решение, объединяющее технические и программные средства для мониторинга движущихся объектов и контроля их состояния. Данный комплекс обеспечивает оперативное принятие решений по управлению персоналом и транспортными средствами на основе информации, полученной из центра мониторинга. В АПК могут входить следующие функциональные элементы: АРМ администратора, АРМ оператора, сервер базы данных, телекоммуникационный сервер. В состав НМС входят различные типы терминальных модулей, устанавливаемых на транспортных средствах (с учетом специфики решаемых задач).

Представим общую организационную структуру системы мониторинга подвижных объектов (СМПО), которая изображена на рис. 1.

Данная система состоит из нескольких ключевых элементов [4]:

- GPS или ГЛОНАСС контроллер или трекер, размещенный на транспортном средстве, который получает информацию от спутников и передает ее на серверный центр мониторинга (также известный как диспетчерский центр или ДЦ) посредством сетей GSM, CDMA или, реже, спутниковой (представлено на рис. 2) и УКВ связи. Последние два метода особенно актуальны для монито-

ринга в областях с ограниченным GSM-покрытием, таких как Сибирь или Дальний Восток.

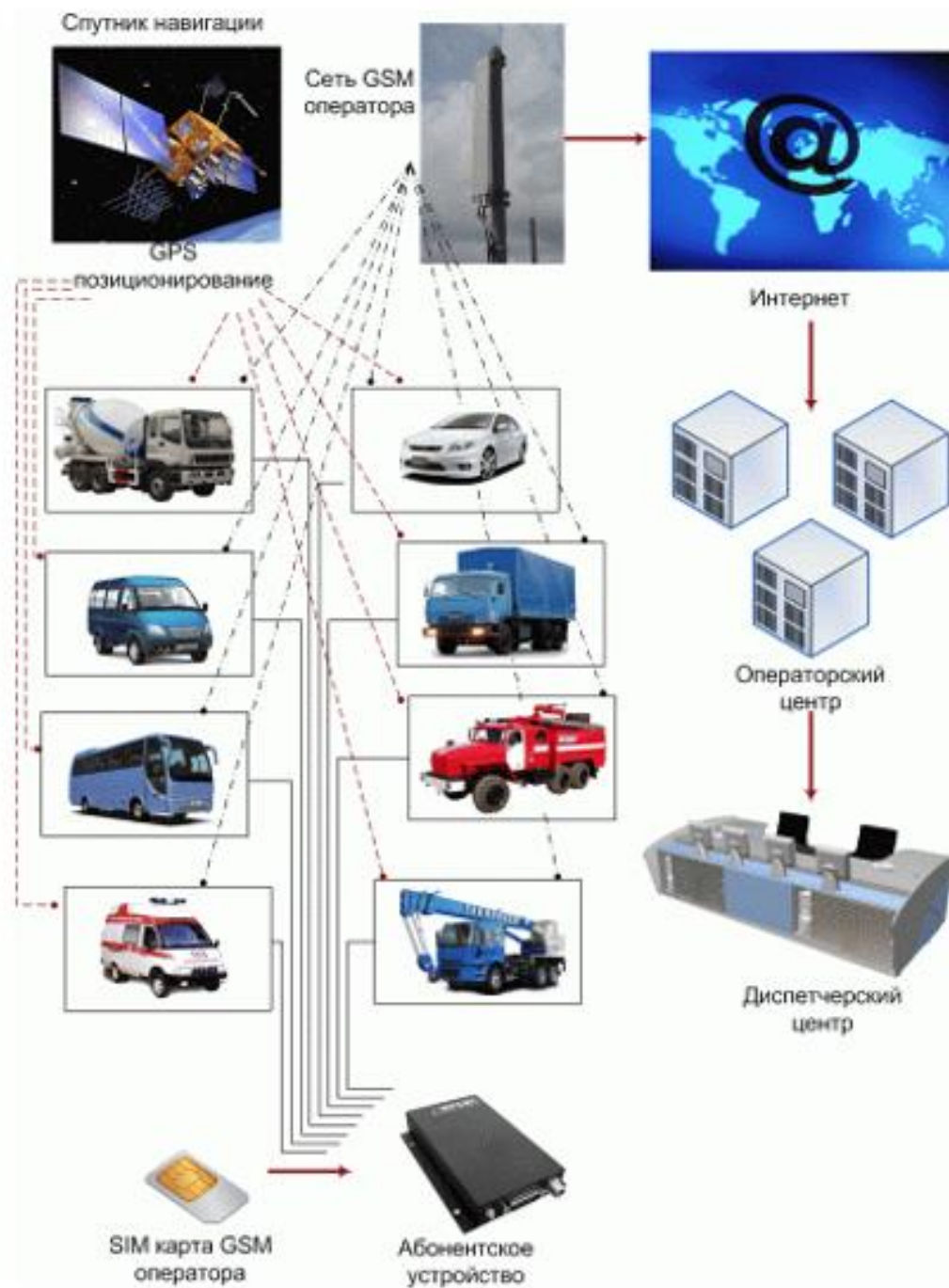


Рисунок 1 – Общая организационная структура системы мониторинга подвижных объектов

- Серверный центр (ДЦ), оборудованный специализированным программным обеспечением для приема, хранения, обработки и анализа данных, полученных от контроллеров или трекеров.

- Компьютер диспетчера, который используется для осуществления мониторинга автомобилей. Это клиентское рабочее место, где диспетчер может просматривать и анализировать данные, поступающие от серверного центра.

Примеры успешной интеграции спутниковых систем:

- GPS и ГЛОНАСС. Используются для навигации и слежения за подвижными объектами, обеспечивая точное позиционирование и маршрутизацию.
- Спутниковая телефония. Имеет широкое применение для обеспечения связи в удаленных районах и в условиях чрезвычайных ситуаций.
- Спутниковый интернет. Позволяет различным службам работать в любом месте и координировать действия в реальном времени, обеспечивая доступ к информационным системам и базам данных.



Рисунок 2 – Интеграция спутниковых систем связи с другими технологиями

Осуществлен анализ научных публикаций и статистических данных, которые были обобщены для существующих возможностей использования навигационных устройств в повышения оперативности деятельности различных служб. Таким образом выделим следующие особенности:

1. *Внедрение навигационной аппаратуры в служебные автомобили:* установка ГЛОНАСС/GPS-навигаторов в автомобили позволит сотрудникам быстро определить оптимальный маршрут к месту происшествия.

2. *Использование геопозиционирования для оперативного реагирования:* внедрение системы геопозиционирования позволит оперативному центру отслеживать местоположение служебных автомобилей и направлять ближайших сотрудников к вызову.

Совместное использование данных с другими службами: обмен информацией о местоположении, маршрутах и прочих важных данных с другими ведомственными подразделениями позволит оптимизировать совместные операции и координацию действий. Например, поддержка протоколов информационного обмена, разработанных в рамках «Протокол-ГЛОНАСС» и «Странник», а также информационное сопряжение с системами

«КОСПАС-САРСАТ», «ЭРА-ГЛОНАСС», системами видеонаблюдения территориальных подразделений.

Отметим следующее: использование навигационной аппаратуры позволят улучшить повышение безопасности, эффективности и качества жизни людей и общества в целом, а задачи НМС в различных сферах деятельности зависят от специфики и потребностей каждой сферы.

Список литературы

1. ГОСТ 31380-2009. Глобальные навигационные спутниковые системы. Аппаратура потребителей. Классификация. – Введ. 2011-10-01. – Москва : Стандартиформ, 2012. – 3 с.

2. Информационно-аналитические материалы по научно-исследовательской работе «Информационно-коммуникационная технология «Цифровая полиция» (в части навигационного обеспечения)», шифр: «ИКТ «Цифровая полиция» / Д.В. Дьяченко [и др.]. – Калуга : КФ ФКУ НПО «СТиС» МВД России, 2020. – 95 с.

3. Малахов П.Д. Анализ и применение навигационной аппаратуры потребителей в органах внутренних дел / П.Д. Малахов, А.С. Лукьянов // Актуальные вопросы эксплуатации систем охраны и защищенных телекоммуникационных систем: сб. науч. тр. – Воронеж. – 2023. с. 80 – 82.

4. Мыкольников Я. В. Применение аппаратуры спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS сотрудниками органов внутренних дел и военнослужащими внутренних войск МВД России : учебное пособие / Я. В. Мыкольников, Ю. И. Базаров ; под ред. И. Б. Власова. – Москва : Полисервис, 2016. – 315 с.

References

1. GOST 31380-2009. Global navigation satellite systems. Consumer equipment. Classification. – Introduction. 2011-10-01. – Moscow : Standartinform, 2012. – 3 p

2. Information and analytical materials on the research work "Information and communication technology "Digital Police" (in terms of navigation support)", cipher: "ICT "Digital Police" / D.V. Dyachenko [et al.]. – Kaluga : CF FKU NPO STIs of the Ministry of Internal Affairs of Russia, 2020. – 95 p.

3. Malakhov P.D. Analysis and application of consumer navigation equipment in internal affairs bodies / P.D. Malakhov, A.S. Lukyanov // Actual issues of operation of security systems and protected telecommunication systems: collection of scientific tr. – Voronezh. – 2023. pp. 80 – 82.

4. Mykolnikov Ya. V. Application of equipment GLONASS/GPS satellite navigation by employees of internal affairs bodies and military personnel of the internal troops of the Ministry of Internal Affairs of Russia : a textbook / Ya. V. Mykolnikov, Yu. I. Bazarov ; ed. I. B. Vlasov. – Moscow : Poliservice, 2016. – 315 p.

Ризаева Ю.Н.

д-р. техн. наук, профессор кафедры метрологии и стандартизации МИРЭА-Российский технологический университет, РФ

Аккерман Д.А.

студент первого курса обучения по направлению «Инноватика», МИРЭА-Российский технологический университет, РФ

Филиппов Е.О.

студент первого курса обучения по направлению «Инноватика», МИРЭА-Российский технологический университет, РФ

Rizaeva Yu.N.

Dr. Sci. Tech., Professor of the Department of metrology and standardization, MIREA – Russian Technological University, Russian Federation

Akkerman D.A.

first-year student in the field of "Innovation", MIREA-Russian University of Technology, Russian Federation

Filippov E.O.

first-year student in the field of "Innovation", MIREA-Russian University of Technology, Russian Federation

ЭКСПЛУАТАЦИЯ БЕСПИЛОТНОГО ТРАНСПОРТА НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

OPERATION OF UNMANNED TRANSPORT ON HIGHWAYS

Аннотация. Авторами изучены основные нормативно-правовые документы в области эксплуатации высокоавтоматизированных транспортных средств (ВАТС) на дорогах общего пользования страны. В статье приводятся некоторые документы федерального уровня и кратко описываются представленные в них основные положения в области эксплуатации ВАТС на дорогах России. На основе проведенного анализа в статье систематизированы этапы выхода ВАТС на дороги общего пользования. Авторы приводят основные проблемы и вызовы выхода ВАТС на дороги общего пользования России.

Ключевые слова: высокоавтоматизированное транспортное средство, эксплуатация, дороги, правовая база, инновации.

Abstract. The authors have studied the main regulatory documents in the field of operation of highly automated vehicles (HATS) on public roads in the country. The article provides some federal level documents and briefly describes the main provisions in the field of operation of HATS on Russian roads. Based on the analysis, the article systematizes the stages of HATS entry into public roads. The authors present the main problems and challenges of HATS entry into public roads in Russia.

Keywords: highly automated vehicle, operation, roads, legal framework, innovation.

Развитие технологий в области высокоавтоматизированных транспортных средств (ВАТС) продолжает набирать обороты во всем мире, и Россия активно участвует в этом процессе. Ведущие отечественные ученые предлагают свои инженерные, цифровые решения, направленные на развитие беспилотного транспорта в России [1-3]. Высокоавтоматизированные автомобили представляют собой транспортные средства, способные управляться без непосредственного вмешательства человека. В России данный процесс регулируется различными нормативными актами и законами, чтобы обеспечить безопасность, правовые рамки и надзор за их эксплуатацией.

В статье [4] проанализирована государственная политика, направленная на развитие и поддержание беспилотных систем в автомобильной отрасли. Авторами изучены основные нормативно-правовые документы, регулирующие

эксплуатацию ВАТС в России и вывод их на дороги общего пользования страны. В табл. 1 представлены некоторые нормативно-правовые документы федерального уровня по данному направлению.

Таблица 1 – Нормативно-правовое регулирование эксплуатации ВАТС

Название документа	Основные положения эксплуатации ВАТС
1	2
<p>Федеральный закон № 196-ФЗ от 10.12.1995г. «О безопасности дорожного движения»</p>	<p>Нормативный акт, регулирующий безопасность дорожного движения в России. Закон предусматривает требования к транспортным средствам и их эксплуатации. Важным аспектом является установление условий для сертификации новых технологий.</p> <p>В связи с развитием ВАТС в закон были внесены поправки, регулирующие их эксплуатацию. Основные изменения касаются требований к системам управления, использующим искусственный интеллект и сертификацию ВАТС.</p>
<p>Федеральный закон № 220-ФЗ от 09.02.2007г. «О транспортной безопасности»</p>	<p>Закон направлен на обеспечение безопасности в области транспорта, включая меры, необходимые для предотвращения угроз при эксплуатации ВАТС.</p> <p>Описывает требования к физической и информационной безопасности транспортных средств, что особенно важно в контексте эксплуатации ВАТС, которые активно используют данные и могут стать целью кибератак.</p>
<p>Постановление Правительства РФ от 26.11.2018 г. № 1415 «О проведении эксперимента по опытной эксплуатации на автомобильных дорогах общего пользования высокоавтоматизированных транспортных средств»</p>	<p>Определяет условия и порядок проведения эксперимента по опытной эксплуатации на автомобильных дорогах общего пользования ВАТС.</p> <p>Распространяется на участников отношений, возникающих в связи с проведением эксперимента.</p> <p>Некоторые ключевые положения: необходимость оснащения ВАТС системами телеметрии для мониторинга; обязательность наличия дистанционного контроля оператора на случай возникновения аварийных ситуаций; постоянный отчет о ходе опытной эксплуатации.</p>

1	2
<p>Распоряжение Правительства РФ от 25.08.2020 г. № 724-р «О Концепции обеспечения безопасности дорожного движения с участием беспилотных транспортных средств на автомобильных дорогах общего пользования»</p>	<p>Предназначено для содействия развитию дорожно-транспортной инфраструктуры, обеспечивающей внедрение беспилотного дорожного движения, а также для выработки политики органов государственной власти в данной сфере.</p> <p>Целями документа являются: создание специализированных зон для тестирования и эксплуатации ВАТС; ускорение разработки отечественных технологий в области искусственного интеллекта и автономного вождения; обеспечение правовой защиты данных, передаваемых беспилотными транспортными средствами.</p>
<p>Постановление Правительства РФ от 17.10.2022 г. № 1849 «Об установлении экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций и утверждении Программы экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций по эксплуатации высокоавтоматизированных транспортных средств в отношении реализации инициативы «Беспилотные логистические коридоры»</p>	<p>Описывает цифровые инновации, которые планируется к созданию, использованию или введению в употребление в рамках экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций.</p> <p>Приводятся цели установления экспериментального правового режима, порядок, права и обязанности участников беспилотного движения.</p> <p>Устанавливает требования безопасности, предъявляемые к ВАТС 1 и 2 категорий.</p>

Также важную роль в процессе внедрения ВАТС играют государственные стандарты. Некоторые направления утвержденных и планируемых к утверждению основных стандартов: требования к системам сенсоров и их калибровке; алгоритмы принятия решений в экстренных ситуациях, параметры телеметрии и системы слежения за автомобилем.

Процесс вывода ВАТС на дороги общего пользования сложный и должен учитывать много аспектов в области обеспечения безопасности участников дорожного движения, тестирования конструкции ВАТС и используемой дорожной инфраструктуры. Участниками вывода на дороги общего пользования ВАТС являются Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, Министерство внутренних дел РФ, Министерство транспорта РФ, испытательная лаборатория, собственник ВАТС.

На основе анализа нормативных документов, авторами приводятся основные этапы в общем виде, которые касаются действий всех перечисленных участников. Основные этапы процесса вывода ВАТС на дороги общего пользования приводятся на рис. 1.

1. Тестирование на закрытых полигонах. Высокоавтоматизированные транспортные средства проходят испытания на специализированных трассах и полигонах. Это позволяет выявить ошибки в системах управления и оценить безопасность ВАТС для участников дорожного движения.

2. Разрешение на участие в пилотном проекте по эксплуатации ВАТС на дорогах общего пользования. Компании могут подать заявку на участие в пилотных проектах для тестирования ВАТС на дорогах общего пользования. Именно на этом этапе заявителю необходимо проверить ВАТС на соответствие требованиям, представленным в постановлениях, распоряжениях и т.д.

3. Мониторинг и контроль. В процессе тестирования на дорогах общего пользования за ВАТС ведется строгий контроль, как с помощью телеметрии, так и со стороны государственных инспекторов. Данные передаются в онлайн-режиме на центральные серверы для анализа.

4. Оценка и сертификация.

Рисунок 1 – Этапы процесса вывода ВАТС на дороги общего пользования

ВАТС проходят оценку на соответствие действующим стандартам и получают сертификат безопасности. Это позволяет использовать их на дорогах России.

Процесс выхода ВАТС на дороги общего пользования России сопровождается комплексом проблем и вызов, которые связаны с инфраструктурными решениями, недостаточно развитой нормативной базой и обеспечением кибербезопасности. В табл. 2 приводятся некоторые проблемы и вызовы в области выхода ВАТС на дороги общего пользования России.

Вывод высокоавтоматизированных транспортных средств на дороги общего пользования России – сложный и многоэтапный процесс, требующий технических, цифровых решений и правовых изменений. В настоящее время Россия активно работает над созданием инфраструктуры и нормативной базы для безопасного использования ВАТС. Основными документами, регулирующими этот процесс, являются федеральные законы, постановления и ГОСТы, которые устанавливают требования к безопасности, сертификации и мониторингу высокоавтоматизированных транспортных средств.

Таблица 2 – Проблемы и вызовы выхода ВАТС на дороги общего пользования

Наименование	Описание проблемы/вызова
Инфраструктура	Недостаток специализированной инфраструктуры для ВАТС (например, дорожной разметки, цифровых карт высокого разрешения) ограничивает возможности их полноценной эксплуатации
Правовые аспекты	Например, вопросы, касающиеся ответственности за ДТП с участием ВАТС, остаются предметом дискуссий. Эксперты расходятся во мнении, кто должен нести ответственность: водитель, разработчик программы, владелец ВАТС.
Кибербезопасность	Обеспечение защиты от кибератак является важным аспектом для безопасной эксплуатации ВАТС. Существует необходимость в разработке более строгих стандартов безопасности данных.

В перспективе, с развитием технологий и внедрением новых стандартов, можно ожидать более широкое использование высокоавтоматизированных автомобилей на дорогах общего пользования России. Это, в свою очередь, потребует дальнейшего развития законодательной базы и подготовки инфраструктуры.

Список литературы:

1. Дорохин, С.В. Проблемы и перспективы использования беспилотного транспорта на дорогах крупных городов РФ / С.В. Дорохин, Н.А. Азарова, В.А. Рудь // Проблемы эксплуатации автомобильного транспорта и пути их решения на основе перспективных технологий и научно-технических решений: Всероссийская научно-техническая конференция. Воронеж:ВГЛУ им. Г.Ф. Морозова. 2022. С. 64-66.
2. Анализ интеллектуально-технических средств для предотвращения дорожно-транспортных происшествий / Г.Н. Климова, В.А. Зеликов, С.В. Дорохин, Ю.В. Струков, Г.А. Денисов, Н.В. Зеликова // Грузовик. 2022. № 7. С. 31-36.
3. Development of a project to create a road transport infrastructure using small unmanned aircraft / E. Duganova, I. Novikov, E. Miroshnikov, A. Dolzhenko // E3S Web of Conferences. 2024. T. 515. С. 02013.
4. Ризаева, Ю.Н. Государственная политика в области развития беспилотных систем / Ю.Н. Ризаева // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2023. № 5. С. 11-19.

References

1. Dorokhin, S.V. Problems and prospects of using unmanned vehicles on the roads of large cities of the Russian Federation / S.V. Dorokhin, N.A. Azarova, V.A. Rud // Problems of operation of motor transport and ways to solve them based on promising technologies and scientific and technical solutions: All-Russian Scientific and Technical Conference. Voronezh: VGAU named after G.F. Morozov. 2022. pp. 64-66.
2. Analysis of intellectual and technical means for preventing road accidents / G.N. Klimova, V.A. Zelikov, S.V. Dorokhin, Yu.V. Strukov, G.A. Denisov, N.V. Zelikova // Truck. 2022. No. 7. pp. 31-36.
3. Development of a project to create a road transport infrastructure using small unmanned aircraft / E. Duganova, I. Novikov, E. Miroshnikov, A. Dolzhenko // E3S Web of Conferences. 2024. Vol. 515. p. 02013.
4. Rizaeva, Yu.N. State policy in the field of development of unmanned systems / Yu.N. Rizaeva // Intelligence. Innovation. Investment. 2023. No. 5. pp. 11-19.

Терентьев В.В.

канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности Рязанского государственного агротехнологического университета им.

П.А. Костычева, РФ

Шемякин А.В.

д-р техн. наук, профессор, ректор Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, РФ

Аникин Н.В.

канд. техн. наук, доцент, декан автодорожного факультета Рязанского государственного агротехнологического университета им.

П.А. Костычева, РФ

Андреев К.П.

канд. техн. наук, доцент кафедры организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности Рязанского государственного агротехнологического университета им.

П.А. Костычева, РФ

Terentyev V.V.

Ph.D., associate professor, head of the department of organization of transport processes and life safety, Ryazan state agrotechnological university named after P.A. Kostychev, Russian Federation

Shemyakin A.V.

Dr. Sci. Tech., professor, rector, Ryazan state agrotechnological university named after P.A. Kostychev, Russian Federation

Anikin N.V.

Ph.D., associate professor, dean of the Faculty of Motor Transport, Ryazan state agrotechnological university named after P.A. Kostychev, Russian Federation

Andreev K.P.

Ph.D., associate professor of the department of organization of transport processes and life safety, Ryazan state agrotechnological university named after P.A. Kostychev, Russian Federation

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ В ГОРОДАХ

IMPROVING THE TRAFFIC MANAGEMENT SYSTEM IN CITIES

Аннотация. Управление дорожным движением в городских условиях является сложным и трудоемким процессом. Постоянные заторы на улицах городов, отсутствие доступного парковочного пространства только усугубляют проблемы, связанные с управлением дорожным движением. Применение современных технологических решений в управлении движением является перспективным направлением решения городских проблем. Использование аналитики данных, полученных в режиме реального времени способствует принятию оперативных мер по устранению затруднений в дорожном движении и повышению эффективности транспортного процесса.

Ключевые слова: дорожное движение, аналитика данных, управление движением, парковка, пробки.

Abstract: Traffic management in urban environments is a complex and time-consuming process. Constant congestion on city streets and the lack of available parking space only exacerbate the problems associated with traffic management. The use of modern technological solutions in traffic management is a promising area for solving urban problems. The use of data analytics obtained in real time contributes to the adoption of operational measures to eliminate traffic difficulties and improve the efficiency of the transport process.

Keywords: traffic, data analytics, traffic management, parking, traffic jams.

Постоянное увеличение количества подвижного состава на улицах городов в нашей стране влечет за собой снижение интенсивности движения транспорта, а также оказывает негативное воздействие на окружающую среду, загрязняя ее вредными выбросами [1]. Для решения этих проблем городским вла-

стям необходимо вносить изменения в систему управления дорожным движением и использовать современные технологии (например, основанные на применении искусственного интеллекта), которые позволят обеспечить повышение транспортной мобильности жителей [2].

Повышенная интенсивность трафика, особенно в часы пиковых нагрузок, приводит не только к затруднениям в движении транспорта, но, и нередко, приводит к возникновению конфликтных ситуаций и даже авариям, что еще больше снижает пропускную способность транспортных магистралей. Одним из вариантов решения вопросов, связанных с управлением дорожным движением в городских условиях, является внедрение программного обеспечения, позволяющего собирать информацию о трафике с помощью дорожных камер и датчиков, установленных непосредственно на автомобилях [2-4]. Сбор данных позволяет проанализировать ситуацию на дорогах и принять меры по исключению причин возникновения затруднений в движении транспорта [5, 6]. В настоящее время дорожные службы нередко используют программное обеспечение для видеоаналитики с целью лучшего понимания сложившейся транспортной ситуации в конкретный период времени (рисунок).

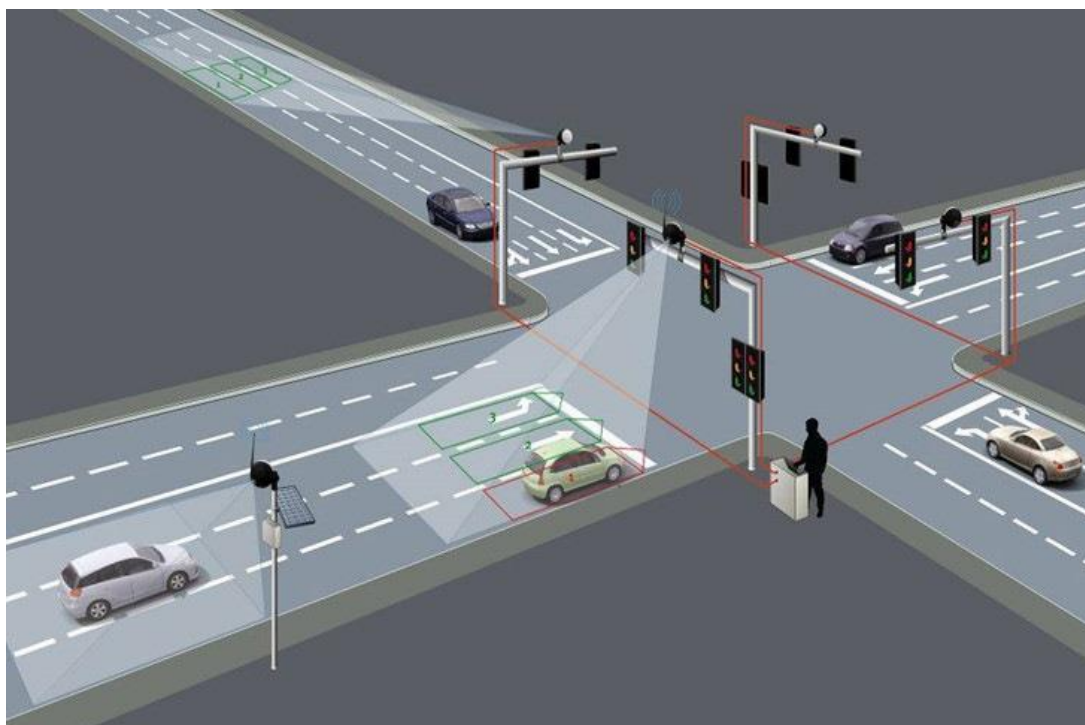


Рисунок – Применение видеоаналитики для контроля транспортного потока

Городские власти все чаще обращаются к сбору данных о дорожном движении в режиме реального времени, чтобы сократить время в пути и пробки на дорогах. Согласно статистике, использование полученной информации в процесс управления дорожным движением позволяет сократить время в пути примерно на 15% [7].

Получение доступа к данным о дорожном движении позволяет городским властям получить ряд преимуществ в краткосрочной перспективе. На основании собранных данных муниципалитет получит возможность принятия опера-

тивных решений по изменению схем движения транспорта путем введения ограничительных мер [8-10]. Это может быть особенно полезно в случае возникновения чрезвычайных ситуаций. Автомобильные аварии, внезапные неблагоприятные погодные условия и другие ситуации, несомненно, повлияют на движение и вызовут заторы. Традиционные средства сбора данных не подходят для реагирования на эти ситуации. Автомобильная авария может затруднить движение на длительное время или даже создать предпосылки для возникновения новых дорожно-транспортных происшествий. Данные, полученные в режиме реального времени не только лучше всего подходят для реагирования в таких случаях, но и могут быть применены для предотвращения несчастных случаев в будущем. Благодаря своевременно полученной информации дорожные службы могут немедленно информировать водителей о внезапных изменениях в движении, предотвращая возникновение заторов [11]. Эти данные могут также помочь лучше понять, как меняется трафик при наступлении определенных событий.

Создание надлежащей инфраструктуры для сбора данных о дорожном движении может иметь значительные первоначальные затраты, но в конечном итоге это приведет только к экономии средств для городского бюджета, а также повышению удовлетворенности населения от повышения скорости перемещения в условиях города [12, 13]. Профилактические меры всегда не только дешевле, но и более эффективны в борьбе с внезапными проблемами. Данные в режиме реального времени – это единственный вид данных, который может позволить экстренным службам оперативно реагировать на проблемы наиболее эффективным способом [14]. Кроме того, создание возможностей для эффективного передвижения транспорта по городу позволит повысить экономическую производительность города.

Данные в режиме реального времени помогают градостроителям принимать обоснованные решения при разработке планов городских районов. Имея доступ, к такого рода информации, дорожные службы могут принимать более взвешенные решения, например, о расширении проезжей части улиц. Они также будут лучше понимать, в какие периоды времени лучше всего закрывать определенные участки дороги, чтобы свести к минимуму влияние дорожных работ на заторы [15]. Данные в режиме реального времени не только предоставляют градостроителям больше ресурсов, но и уточняют существующие данные для более эффективного использования.

Использование данных в режиме реального времени для управления дорожным движением и внедрение программного обеспечения для решения проблем, связанных с дорожным движением, позволит городским властям создавать более эффективную, безопасную и пригодную для жизни общественную среду для жителей.

Список литературы

1. Терентьев, В. В. Стратегии снижения влияния транспорта на окружающую среду / В. В. Терентьев, И. Н. Горячкина, А. В. Шемякин // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК: материалы международной научно-практической конференции. Рязань, 2024. С. 111-116.
2. Абузяров, Л. Д. Транспортная мобильность населения / Л. Д. Абузяров, В. В. Терентьев // Научно-исследовательские решения высшей школы. Материалы студенческой научной конференции. Рязань, 2023. С. 279-280.
3. Интеллектуальная система управления дорожным движением / О. В. Терентьев, В. В. Терентьев, А. Б. Мартынушкин, А. В. Шемякин // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. 2023. № 2(18). С. 130-135.
4. Терентьев, О. В. Применение интеллектуальных систем на автомобильном транспорте / О. В. Терентьев, В. В. Терентьев // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий. Материалы IV Всероссийской (национальной) научной конференции – Новосибирск, 2024. С. 1008-1010.
5. Мониторинг дорожного движения в городских условиях / О. А. Тетерина, Н. М. Латышенко, И. Н. Горячкина, В. В. Терентьев // Инновационные научно-технологические решения для АПК: материалы 74-й международной научно-практической конференции Рязань, 2023. Ч. 2. С. 335-340.
6. Терентьев, О. В. Применение интеллектуальных систем на автомобильном транспорте / О. В. Терентьев, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры: материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции. Рязань, 2023. С. 109-113.
7. Повышение эффективности использования транспортной инфраструктуры / Г. К. Рембалович [и др.] // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. 2023. № 2. С. 99-105.
8. Мальчиков, В. Н. Улучшение транспортной доступности городов / В. Н. Мальчиков, В. В. Терентьев // Перспективные научные исследования высшей школы. Материалы студенческой научной конференции. Рязань, 2023. С. 76-77.
9. Современные решения в организации движения / Г. К. Рембалович [и др.] // Инновационные научно-технологические решения для АПК. Рязань, 2023. С. 404-409.
10. Пути повышения эффективности транспортного процесса / В. В. Терентьев [и др.] // Инновационные научно-технологические решения для АПК: материалы 74-й международной научно-практической конференции. Рязань, 2023. Ч. 2. С. 392-398.
11. Терентьев, О. В. Заторы на дорогах: проблемы и решения / О. В. Терентьев, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Инновации в информационных технологиях, машиностроении и на транспорте: материалы IV международной научно-практической конференции. Кемерово, 2022. С. 523-528.
12. Применение телематики на автомобильном транспорте / А. В. Шемякин [и др.] // Инновационные научно-технологические решения для АПК. Рязань, 2023. С. 376-380.
13. Терентьев, В. В. Применение интеллектуальных систем для снижения интенсивности движения / В. В. Терентьев, А. Б. Мартынушкин, А. В. Шемякин // Инновационные научно-технологические решения для АПК. Рязань, 2023. С. 315-320.
14. Дорохин, С. В. Безопасность на дорогах: проблемы и решения / С. В. Дорохин, В. В. Терентьев, К. П. Андреев // Мир транспорта и технологических машин. 2017. № 2. С. 67-73.
15. Дорохин, С. В. К вопросу повышения эффективности средств организации дорожного движения / С. В. Дорохин // Современные автомобильные материалы и технологии сборник статей VI Международной научно-техн. конференции. 2014. С. 180-183.

References

1. Terentyev, V. V. Strategies for reducing the impact of transport on the environment / V. V. Terentyev, I. N. Goryachkina, A.V. Shemyakin // Scientific and technical support of technological and transport processes in agriculture: materials of the international scientific and practical conference. Ryazan, 2024. pp. 111-116.
2. Abuzyarov, L. D. Transport mobility of the population / L. D. Abuzyarov, V. V. Terentyev // Scientific research solutions of the higher school. Materials of the student scientific conference. Ryazan, 2023. pp. 279-280.
3. Intelligent traffic management system / O. V. Terentyev, V. V. Terentyev, A. B. Martynushkin, A.V. Shemyakin // Bulletin of the Council of Young Scientists of the Russian State Technical University. 2023. No. 2(18). pp. 130-135.
4. Terentyev, O. V. Application of intelligent systems in the automotive transport / O. V. Terentyev, V. V. Terentyev // The role of agrarian science in the sustainable development of rural territories. Materials of the IV All-Russian (national) Scientific Conference. Novosibirsk, 2024. pp. 1008-1010.
5. Monitoring of traffic in urban conditions / O. A. Teterina, N. M. Latyshenok, I. N. Goryachkina, V. V. Terentyev // Innovative scientific and technological solutions for agriculture: materials of the 74th International Scientific and practical conference of the Russian Federation. 2023. Part 2. pp. 335-340.
6. Terentyev, O. V. The use of intelligent systems in automotive transport / O. V. Terentyev, V. V. Terentyev, A.V. Shemyakin // Innovative solutions in the field of development of transport systems and road infrastructure: materials of the All-Russian student scientific and practical conference. Ryazan, 2023. pp. 109-113.
7. Improving the efficiency of the use of transport infrastructure / G. K. Rembalovich [et al.] // Bulletin of the Council of Young Scientists of RGATU. 2023. No.2. pp. 99-105.
8. Malchikov, V. N. Improving the transport accessibility of cities / V. N. Malchikov, V. V. Terentyev // Promising scientific research of higher education. Materials of the student scientific conference. Ryazan, 2023. pp. 76-77.
9. Modern solutions in the organization of movement / G. K. Rembalovich [et al.] // Innovative scientific and technological solutions for agriculture. Ryazan, 2023. pp. 404-409.
10. Ways to improve the efficiency of the transport process / V. V. Terentyev [et al.] // Innovative scientific and technological solutions for agriculture: materials of the 74th International scientific and practical conference. Part 2. Ryazan, 2023. pp. 392-398.
11. Terentyev, O. V. Traffic jams: problems and solutions / O. V. Terentyev, V. V. Terentyev, A.V. Shemyakin // Innovations in information technologies, mechanical engineering and transport: proceedings of the IV international scientific and practical conference. December 2022. pp. 523-528.
12. Application of telematics in automobile transport / A.V. Shemyakin [et al.] // Innovative scientific and technological solutions for agriculture. Ryazan, 2023. pp. 376-380.
13. Terentyev, V. V. The use of intelligent systems to reduce the intensity of movement / V. V. Terentyev, A. B. Martynushkin, A.V. Shemyakin // Innovative scientific and technological solutions for agriculture. Ryazan, 2023. pp. 315-320.
14. Dorokhin, S. V. Road safety: problems and solutions / S. V. Dorokhin, V. V. Terentyev, K. P. Andreev // The world of transport and technological machines. 2017. No. 2. pp. 67-73.
15. Dorokhin, S. V. On the issue of improving the efficiency of means of organizing road traffic / S. V. Dorokhin // Modern automotive materials and technologies collection of articles of the VI International Scientific and Technical Conference. 2014. pp. 180-183.

Теслин Д.М.

аспирант кафедры авиационных горюче-смазочных материалов, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, РФ

Лысянников А.В.

канд. техн. наук, доцент кафедры авиационных горюче-смазочных материалов, Сибирский федеральный университет, Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, РФ

Кайзер Ю.Ф.

канд. техн. наук, заведующий кафедрой авиационных горюче-смазочных материалов, Сибирский федеральный университет, Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, РФ

Сергиенко Н.Е.

аспирант кафедры авиационных горюче-смазочных материалов, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, РФ

Teslin D.M.

Postgraduate student of the chair of aviation fuels and lubricants, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation

Lysyannikov A.V.

Ph.D., associate professor at the chair of aviation fuels and lubricants, Siberian Federal University, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russian Federation

Kaiser Yu.F.

Ph.D., head at the chair of aviation fuels and lubricants, Siberian Federal University, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russian Federation

Sergienko N.E.

Postgraduate student of the chair of aviation fuels and lubricants, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ НАГРУЗОЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ И УПРАВЛЕНИЯ РАБОЧИМ ОРГАНОМ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

AUTOMATIC SYSTEM FOR CONTROL OF LOAD PARAMETERS AND CONTROL OF THE WORKING BODY OF ROAD CONSTRUCTION EQUIPMENT

Аннотация. В статье рассматривается проблема повышения эффективности дорожно-строительных работ в районах Крайнего Севера Российской Федерации. Особое внимание уделяется интенсивному использованию дорожно-строительной техники, в том числе бульдозеров и автогрейдеров, при реализации крупных проектов. Описывается необходимость оснащения техники системой контроля нагрузочных параметров на рабочих органах. Это позволит снизить риск аварийных ситуаций, увеличить срок службы оборудования и оптимизировать затраты на эксплуатацию техники. Внедрение такой системы является актуальным направлением для повышения эффективности дорожно-строительных работ в условиях Севера.

Ключевые слова: система автоматизации, контроль, нагрузочные параметры, рабочий орган, дорожно-строительная техника.

Abstract: The article deals with the problem of improving the efficiency of road construction works in the regions of the Far North of the Russian Federation. Particular attention is paid to the intensive use of road construction equipment, including bulldozers and graders, in the implementation of large projects. The necessity of equipping equipment with a system for monitoring load parameters on working bodies is described. This will reduce the risk of accidents, increase the service life of equipment and optimize the cost of operating equipment. The introduction of such a system is an urgent direction for improving the efficiency of road construction work in the conditions of the North.

Keywords: automation system, control, load parameters, working body, road construction equipment.

Социально-экономическое развитие районов Крайнего Севера Российской Федерации в настоящее время является одним из приоритетных направлений государственной политики [1]. Активное наращивание производственных мощностей в области добычи природных ресурсов обуславливает огромный объём дорожно-строительных работ и его дальнейшее увеличение, а интенсивность проведения дорожно-строительных работ приводит к частым появлениям отказов техники. Только в одном из многих проектов, реализуемых в настоящее время на Севере России, в Восток Ойл, являющимся крупнейшим предприятием в мировой нефтегазовой отрасли, задействовано свыше 5 тыс. единиц специализированной техники, часть из которой бульдозеры и автогрейдеры [2]. Кроме того, географическое расположение объектов строительства диктует необходимость проведения дорожно-строительных работ в условиях вечной мерзлоты, из-за чего дорожно-строительная техника и их рабочие органы подвержены дополнительным нагрузкам, что приводит к повышению вероятности возникновения внезапных отказов и, как следствие, прекращению работ, что неприемлемо для проектов таких масштабов.

Актуальным является оснащение автогрейдеров и бульдозеров системой, осуществляющей контроль нагрузочных параметров на рабочих органах, возникающих на отвале в процессе взаимодействия с разрабатываемыми средами. Контроль этих параметров позволит снизить риск возникновения аварийных ситуаций, увеличить срок службы рабочих органов, оптимизировать дорожно-строительные работы и снизить затраты на эксплуатацию техники.

В настоящее время существуют системы автоматического управления рабочими органами дорожно-строительной техники, осуществляющие автоматическое передвижение рабочего органа и контроль его расположения: отечественные системы и их модификации «Копир-Автоплан», «Профиль», «Автоплан», «Стабилоплан», зарубежные системы «MOBAGS-506», «Moba 3D-Matic», «TrimbleBladePro 3D», «Topcon 3D-MCMAX», «GNSS Leica iCON», «Cat Grade». Некоторые из этих систем способны контролировать нагрузку на двигатель или рабочий орган.

В системах «Копир-Автоплан-10» и «Копир-Автоплан-10Л» [3] предусмотрена защита двигателя от перегрузок. При превышении допустимой нагрузки на двигатель механизм перемещения автоматически поднимает рабочий орган, что позволяет уменьшить толщину срезаемого слоя с целью снижения нагрузки. Это обеспечивается благодаря использованию тахогенератора, который контролирует частоту вращения коленчатого вала двигателя.

Система «Стабилоплан-10» [4] применяется для стабилизации тягового усилия дорожно-строительной техники. Датчик контроля нагрузки на рабочий орган (гидродинамический динамометр) измеряет силу, действующую на ковш со стороны разрабатываемого грунта. В зависимости от этой силы и номинального тягового усилия, блок управления системой подает сигналы на приводы управления, которые опускают или поднимают ковш для стабилизации нагрузки на рабочем органе.

В работе [5] описывается система управления рабочим органом рыхлителя, автоматически изменяющая угол резания в зависимости от усилия резания с

целью поддержания оптимальной производительности дорожно-строительной техники. Если сопротивление резания грунта увеличивается, то нагрузка на двигатель повышается, а скорость движения уменьшается. Датчики фиксируют нагрузку на двигатель (резистор потенциометрического типа) и частоту вращения выходного вала гидромеханической передачи (индуктивный датчик). После этого блок управления отправляет управляющие сигналы исполнительным механизмам, уменьшая угол резания рабочего органа и снижая тем самым нагрузку на двигатель.

В системе «Cat Grade» [6] имеется функция «Stable blade», регулирующая скорость движения бульдозера в зависимости от рельефа местности: при резком возрастании нагрузки на рабочий орган из-за неровностей происходит снижение скорости движения.

Вышеперечисленные системы не учитывают свойства снежного наката и льда, в значительной мере влияющие на нагрузочные параметры рабочих органов дорожно-строительной техники. Следовательно, существующие системы не способны эффективно применяться при зимнем содержании дорожных покрытий.

Система контроля нагрузочных параметров и автоматического управления рабочим органом дорожно-строительной техники, работающей в районе Крайнего Севера, должна оснащаться датчиками давления, установленными в гидравлическую систему привода управления рабочим органом. Положение рабочего органа в пространстве контролируется двумя инерциальными датчиками, установленными на противоположных сторонах отвала. Положение дорожно-строительной техники определяется навигационными системами ГЛОНАСС/GPS при помощи спутниковой антенны датчиком продольного уклона. Таким образом, в предлагаемой системе в качестве информационных параметров выступают нагрузочные параметры на рабочем органе, угол поворота и наклона рабочего органа, глубина погружения отвала в разрабатываемый массив, направление и скорость движения дорожно-строительной техники. Информационные данные поступают в блок управления, в котором заложена информация о характере выполняемых работ и математическая модель взаимодействия рабочего органа с разрабатываемой средой. На основании полученной информации блок управления отправляет сигналы на гидравлическую систему привода управления, регулируя углы поворота и наклона отвала, с целью оптимизации возникающих нагрузочных параметров, контролируя при этом толщину срезаемого слоя разрабатываемой среды согласно плану работ.

Таким образом, предлагаемая система контроля нагрузочных параметров и автоматического управления рабочим органом повысит эффективность работы дорожно-строительной техники, снизит риски появления внезапных отказов при работе в районах Крайнего Севера и обеспечит бесперебойность выполнения строительных работ за счет контроля ряда параметров, влияние которых описывается математической моделью взаимодействия рабочих органов с уплотненным снегом, льдом и мерзлым грунтом. Создание данной модели осуществимо за счет получения измерительной информации в ходе соответствующих экспериментальных исследований.

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 30 марта 2021 г. № 484 (ред. от 30.10.2021 № 1877, от 30.12.2022 № 2553, от 30.11.2023 № 2031) "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации" // Собрание законодательства РФ. – 2021. – ст. 64.
2. РОСНЕФТЬ, 2024: «Роснефть» закупила более 5 тысяч единиц отечественной автоспецтехники для проекта «Восток Ойл», 2024. URL: <https://www.rosneft.ru/press/news/item/217813/>.
3. Ивонин М. А. Автоматизация работы бульдозеров система – «Комбиплан-10ЛП» / М. А. Ивонин, А. Ю. Шаров // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XV Всероссийской научно-технической конференции / Минобрнауки России, Уральский государственный лесотехнический университет ; Уральское отделение секции наук о лесе РАЕН, Ботанический сад УРО РАН ; Уральский лесной технопарк. – Екатеринбург, 2019. – С. 184–187.
4. Волков Д. П. Строительные машины и средства малой механизации: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Д. П. Волков, В. Я. Крикун. – 9-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 480 с.
5. Автоматическая система управления углом резания рыхлителя: пат. 2634441 РФ N 2016135397; заявл. 30.08.2016; опубл. 30.10.2017, Бюл. N 31. 10 с.
6. Caterpillar, 2024: Road Maintenance Operators Give Cat Stable Blade Their Highest Grade, 2024. URL: https://www.cat.com/en_US/articles/ci-articles/road-maintenance-operators-give-cat-stable-blade.html.

References

1. Decree of the Government of the Russian Federation No. 484 dated March 30, 2021 (ed. No. 1877 dated 10/30/2021, No. 2553 dated 12/30/2022, No. 2031 dated 11/30/2023) "On Approval of the State program of the Russian Federation "Socio-economic development of the Arctic Zone of the Russian Federation" // Collection of Legislation of the Russian Federation. – 2021. – Article 64.
2. ROSNEFT, 2024: Rosneft purchased more than 5 thousand units of domestic aviation equipment for the Vostok Oil project, 2024. URL: <https://www.rosneft.ru/press/news/item/217813>.
3. Ivonin M. A. Automation of bulldozers the system of work – "Kombiplan-10LP" / M. A. Ivonin, A. Y. Sharov // Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : materials of the XV All-Russian Scientific and technical conference / Ministry of Education and Science of Russia, Ural State Forestry University; Ural branch of the Section of Forest Sciences of the Russian Academy of Sciences, Botanical Garden URO RAS ; Ural Forest Technopark. – Catherine-burg, 2019. – pp. 184-187.
4. Volkov D. P. Construction machines and means of small mechanization: textbook for students. institutions of the environment. Prof. education / D.P.Volkov, V.Ya.Krikun. – 9th ed., ster. – M.: Publishing Center "Academy", 2014. – 480 p.
5. Automated control system of the goniometer of the Republic of Belarus: No. 2634441, registration number 2016135397; head. 30.08.2016; publ. 30.10.2017, white number 31. 10 p.
6. Caterpillar, 2024: Road maintenance operators Assigned the Cat Stable dump the highest rating, 2024. URL: https://www.cat.com/en_US/articles/ci-articles/road-maintenance-operators-give-cat-stable-blade.html.

Секция 2. Интеллектуальные транспортные системы, искусственный интеллект на транспорте

DOI: 10.58168/DPIIT2024_33-42

УДК 629.1

Субхонбердиев А.Ш.

канд. экон. наук, доцент кафедры мировой и национальной экономики
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Subkhonberdiev A.Sh.

Ph.D. in economic science, Associate Professor of Department of World and National Economics
Voronezh State University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Russian Federation

Иванников В.А.

д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой
производства, ремонта и эксплуатации машин
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Ivannikov V.A.

Dr. Sci. Tech., associate professor, head of the Department of production, repair and operation of cars
Voronezh State University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Russian Federation

Мясина А.А.

студентка ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Miasina A.A.

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

Колесникова А.В.

студентка ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Kolesnikova A.V.

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

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF UNMANNED VEHICLES

Аннотация: Статья посвящена перспективам развития беспилотных транспортных средств (БТС), анализируя текущие достижения в области технологий автономного вождения, а также ожидаемые тенденции в будущем. Особенное внимание уделяется ключевым инновациям, таким как системы искусственного интеллекта, датчики и методы машинного обучения, которые способствуют повышению безопасности и эффективности БТС. Рассматриваются актуальные вопросы регулирования и стандартизации в данной области, включая этические и правовые аспекты. Кроме того, статья освещает влияние беспилотных технологий на транспортные системы, городскую инфраструктуру и экологическую устойчивость. Обсуждаются также вызовы и барьеры на пути внедрения БТС в массовом масштабе, а также потенциальные пути их преодоления. В заключение представлены рекомендации для дальнейших исследований и разработок в сфере автономного транспорта.

Ключевые слова: Беспилотные транспортные средства, Автономное вождение, Искусственный интеллект, Датчики, Машинное обучение, Регулирование, Этика, Транспортные системы, Городская инфраструктура, Экологическая устойчивость, Вызовы и барьеры.

Abstract: The article is devoted to the prospects for the development of unmanned vehicles (UAVs), analyzing current achievements in the field of autonomous driving technologies, as well as expected trends in the future. Special attention is paid to key innovations, such as artificial intelligence systems, sensors and machine learning methods, which contribute to improving the safety and effectiveness of BPT. The current issues of regulation and standardization in this field, including ethical and legal aspects, are considered. In addition, the article highlights the impact of unmanned technologies on transport systems, urban infrastructure and environmental sustainability. The challenges and barriers to the introduction of BPT on a massive scale, as well as potential ways to overcome them, are also discussed. In conclusion, recommendations for further research and development in the field of autonomous transport are presented.

Keywords: Unmanned vehicles, Autonomous driving, Artificial intelligence, Sensors, Machine learning, Regulation, Ethics, Transport systems, Urban infrastructure, Environmental sustainability, Challenges and barriers.

В последние годы произошли значительные изменения в области транспортных технологий, одним из самых ярких и перспективных направлений которых стало развитие беспилотных транспортных средств (БТС). Эти инновационные системы, отличающиеся высокой степенью автоматизации и использованием современных алгоритмов управления, обещают произвести революцию в грузовых и пассажирских перевозках, изменить представления о городской мобильности и повысить безопасность на дорогах.

Беспилотные транспортные средства — это не просто автомобили, управляемые компьютером; это сложные системы, интегрирующие в себя передовые датчики, камеры и технологии искусственного интеллекта. Они способны анализировать окружающую обстановку, принимать самостоятельные решения и обеспечивать взаимодействие с другими участниками дорожного движения. Эти возможности открывают широкие горизонты для их применения, от доставки товаров до организации общественного транспорта.

Важным аспектом развития БТС является снижение количества дорожно-транспортных происшествий. По данным Всемирной организации здравоохранения, более 1,3 миллиона человек ежегодно теряют жизнь в результате аварий на дорогах. Основными причинами этих трагедий являются человеческий фактор, включая ошибки, усталость и отвлечения. Беспилотные технологии, призванные минимизировать эти риски, имеют потенциал значительно улучшить общественную безопасность.

Но несмотря на огромные перспективы, внедрение БТС сталкивается с рядом сложностей. К числу основных относятся правовые и этические вопросы, необходимость создания соответствующей инфраструктуры, а также восприятие общественностью новых технологий. Вопросы регулирования, касающиеся ответственности в случае аварий и безопасности данных, остаются актуальными и требуют активного обсуждения со стороны государственных структур, исследователей и представителей бизнеса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При проведении исследования были проанализированы труды по комплексам виртуального моделирования сложных технических систем, систем беспилотного транспорта, систем машинного зрения, систем планирования и построения пути:

Воронин О.К., Мостовой И.К., Порубов Д. М., Казанская Л.Ф., Свицкая Н.В., Камзол П.П., Магид Е., Лавренов Р., Афанасьев И., Пинчин А.В., Y. Bouzid, H. Siguerdidjane, Y. Bestaoui, M. Zareb, C. Zhang, Y. Liu, D. Zhao.

Для понимания текущих трендов в развитии БТС мы провели анализ рынка. Данные были собраны из открытых источников, таких как отчёты аналитических компаний (например, Gartner, McKinsey, Deloitte) и специализированные издания, посвященные транспортной отрасли. Мы также включили статистику по возрасту и уровню технической оснащенности автопарка, а также данные о внедрении технологий на различных рынках.

В рамках исследования были собраны данные из транснациональных программ по тестированию БТС. Системы, использованные в этих испытаниях,

включали в себя такие технологии, как LIDAR, RADAR и камеры, которые обеспечивают анализ окружающей среды и безопасность при вождении. Наша работа опирается на результаты многолетних тестовых заездов, данных о времени реакции систем, этажах управления и частоте возникновения критических ситуаций.

Для предсказания дальнейших трендов развития ямы БТС мы использовали методы статистического анализа и математического моделирования. В частности, были применены регрессионные модели для прогнозирования роста популярности БТС в зависимости от инфраструктурных изменений и адаптации потребительского поведения. Также реализовали симуляции с использованием программного обеспечения для моделирования городских и подземных транспортных систем, что позволило оценить влияние разных факторов на эффективность внедрения БТС.

Дополнительно, для сбора мнений экспертов о перспективах развития и возможностях применения БТС, были проведены полуструктурированные интервью с профессионалами отрасли: инженерами, планировщиками и представителями компаний-производителей. Также был разработан опрос, который был распространён среди пользователей транспортных услуг, что обеспечило более широкий взгляд на восприятие и готовность общества к внедрению беспилотных технологий.

Обширный анализ действующих нормативных актов и регулятивных требований на уровне стран и регионов также был частью нашей работы, так как законодательство играет ключевую роль в данном контексте. Мы исследовали текущие законы, касающиеся БТС, а также предстоящие изменения в законодательной базе, направленные на регулирование безопасности и эксплуатацию беспилотных транспортных средств.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

История беспилотных транспортных средств (БТС) началась с первых экспериментов по созданию автомобилей, способных передвигаться без помощи человека. В 1920-х годах, например, в Америке были проведены эксперименты с радиоуправляемыми автомобилями. Однако настоящую эволюцию БТС принесли технологии 20-го века и впоследствии — 21-го века. Появление таких технологий, как GPS, компьютерное зрение и машинное обучение, сделало возможным создание более сложных и автономных систем.

С 1980-х годов развитие БТС получило новый импульс с появлением первых прототипов автономных автомобилей, созданных университетами и исследовательскими институтами. Проекты, такие как "Navlab" Университета Карнеги-Меллон и "Victor" Массачусетского технологического института, стали основой для будущих успешных решений. В 2000-х годах стали активно проводиться испытания и соревнования, такие как DARPA GrandChallenge, которые способствовали внедрению и улучшению технологий.

На протяжении нескольких десятилетий было достигнуто множество важных вех. Например, в 2005 году команда Технологического института Политехнической школы на соревнованиях DARPA GrandChallenge продемонстрировала автомобиль, который смог проехать более 130 миль без участия человека. Этот успех стал сигналом для широкой аудитории о готовности технологий к реальному применению.

В 2010-х годах многие крупные компании, такие как Google (с проектом Waymo), Tesla и Uber, инвестировали в развитие БТС, окончательно устанавливая данные технологии на рынке. Tesla внедрила свой автопилот, который стал популярным среди пользователей, задав новые ориентиры для автомобильной промышленности и потребителей.

Одним из самых значимых достижений стало создание уровня автономности SAE уровня 5 — полностью автономные транспортные средства, способные выполнять все функции без привлечения человека. В 2020 году Waymo запустила службу беспилотных такси в отдельных районах Феникса, что стало важным шагом к коммерциализации БТС.

Внедрение беспилотных транспортных средств ожидается изменит транспортную отрасль и экономику в целом. Автономные автомобили могут существенно повысить безопасность на дорогах, снизив число аварий, что особенно важно для сокращения экономических потерь и человеческих жертв.

Также БТС могут оптимизировать логистику и грузоперевозки, что окажет положительное влияние на цены на товары и услуги. Ожидается, что экономия на трудозатратах и более эффективное управление транспортными потоками приведут к снижению затрат на перевозки, что, в свою очередь, отразится на конечной стоимости продукции.

В долгосрочной перспективе беспилотные транспортные средства способны привести к изменению структуры занятости. С одной стороны, возникнут новые рабочие места в области ИТ и обслуживания технологий, с другой стороны, может произойти сокращение числа традиционных водителей. Это создаст потребность в переквалификации работников и изменении образовательной системы.

В России создано и произведено множество образцов беспилотных транспортных средств (рис. 1) [1].



Рисунок 1- Роботизированная платформа с использованием технологии LIDAR

Бортовое оборудование системы дистанционного управления самосвала включает в себя контроллер, приемно-передающее устройство для беспроводной связи командной и телеметрической информации, а также для передачи видео-

и аудиоданных, видеокамеры для переднего и заднего обзора, а также для левостороннего и правостороннего обзора. Также предусмотрен шаговый двигатель для управления положением передних колес через гидроусилитель рулевой системы и различные датчики.

В первой части проекта разработчики внедрили алгоритмы, которые выполняют следующие функции:

- запуск, остановка и регулирование оборотов дизельного двигателя;
- управление электромеханической трансмиссией;
- поворот управляемых колес в зависимости от направления движения;
- контроль стояночного тормоза и рабочей тормозной системы;
- управление механизмом опрокидывания;
- контроль систем освещения, световых и звуковых сигналов самосвала, а также жалюзи радиатора двигателя на уровне, аналогичном штатному;
- аварийная остановка.

Для повышения безопасности управления предусмотрена система аварийной остановки, способная принудительно остановить самосвал при потере радиосигнала управления, сбое в работе бортового контроллера или отсутствии питания в бортовой сети.

Структурная схема системы управления роботизированным карьерным самосвалом состоит из двух частей: оборудования системы дистанционного управления на рабочем месте оператора и бортового оборудования для дистанционного и автономного управления [1]. На борту самосвала установлены бортовой компьютер и контроллер, коммутатор Ethernet, оборудование для широкополосной беспроводной передачи данных, двухканальный приемник GPS/ГЛОНАСС, а также системы видеонаблюдения, предотвращения столкновений и аварийной остановки.

На рабочем месте, чтобы обеспечить сантиметровую точность позиционирования и автономное движение по заранее записанному маршруту с учетом ширины дороги для данного типа самосвала, устанавливается приемник GPS/ГЛОНАСС от базовой навигационной станции, который передает поправки в режиме RTK (англ. Real Time Kinematic). Поправки от базовой станции передаются в формате RTCM SC-104 со скоростью не менее 2400 бит/с и задержкой не более 2 секунд, что позволяет достичь точности позиционирования на цифровой карте местности в пределах ± 10 см. Бортовой компьютер отвечает за управление контроллером для автоматического движения самосвала с заданной скоростью по выбранному маршруту к месту загрузки или разгрузки, основываясь на данных высокоточной спутниковой навигации, а также за снижение скорости и торможение на основе информации от системы предупреждения о столкновениях [1].

LIDAR (Light Detection and Ranging) – это технология, использующая лазерные импульсы для измерения расстояний до объектов. Лазерный луч излучается на объект, отражается обратно и фиксируется детектором, что позволяет вычислять расстояние до объекта с высокой точностью [2]. LIDAR активно применяется в автопилотируемых системах благодаря своей способности создавать 3D-карты окружающего пространства, плотность данных которых позволяет детализировать сложные объекты и рельеф. Преимущества LIDAR включают:

- Высокая точность: позволяет получать 3D-изображения с разрешением до миллиметра.

- Независимость от условий освещения: Эффективен как в темноте, так и при ярком солнечном свете.

- Способность сканировать на больших расстояниях: может текстурировать и обнаруживать объекты на расстоянии до нескольких сотен метров.

Однако у LIDAR есть также недостатки, такие как высокая стоимость сенсоров и их чувствительность к атмосферным условиям, таким как дождь или туман [3].

RADAR (Radio Detection and Ranging) использует радиоволны для обнаружения объектов и измерения расстояний. Принцип работы основан на отправке радиосигналов, которые отражаются от объектов и возвращаются назад.

Машинное обучение (ML) – это область искусственного интеллекта, которая позволяет системам обучаться на основе данных и улучшать свои решения без явного программирования. В контексте беспилотных транспортных средств (БТС) машинное обучение позволяет:

- Обнаруживать и классифицировать объекты: технологии распознавания изображений и обработки видео активно используют CNN (сверточные нейронные сети) для идентификации пешеходов, других автомобилей и дорожных знаков.

- Оптимизировать маршруты: алгоритмы могут анализировать большие объемы данных о трафике и предсказывать наиболее эффективные маршруты.

- Предсказывать действия: ML позволяет БТС предсказывать действия других участников дорожного движения и соответственно корректировать свою стратегию вождения.

- Однако машинное обучение требует больших объемов данных для обучающего обучения, а также может быть подвержено сбоям или некорректной работе в нестандартных ситуациях [4].

Автономные транспортные средства классифицируются по уровням автономности согласно стандартам SAE (Society of Automotive Engineers). Эта классификация включает шесть уровней:

Уровень 0 (нулевой уровень): автомобиль не обладает никакими функциями автоматизации. Водитель полностью контролирует управление.

Уровень 1 (ассистируемый): присутствует система помощи водителю, например, адаптивный круиз-контроль или система удержания в полосе. Водитель должен всегда быть готов взять управление на себя.

Уровень 2 (частичная автоматизация): система может управлять одновременно как рулевым управлением, так и ускорением/торможением. Примером может служить Tesla Autopilot, но водитель должен постоянно следить за дорогой и быть готовым вмешаться.

Уровень 3 (условная автоматизация): автомобиль может управлять самостоятельно в определенных условиях, например, на автостраде. Водитель может отвлечься, но должен быть готов взять управление в случае необходимости.

Уровень 4 (высокая автоматизация): машина может управлять самостоятельно в большинстве условий, однако в некоторых случаях (например, экстремальные погодные условия) требуется вмешательство водителя.

Уровень 5 (полная автоматизация): автомобиль может функционировать в любых условиях без участия водителя. Нет необходимости в рулевом колесе, педалях или других традиционных элементах управления [5].

Одним из главных вызовов, связанных с внедрением беспилотных автомобилей, являются этические и правовые вопросы. Эти проблемы охватывают такие аспекты, как:

Ответственность за аварии: в ситуации, когда беспилотный автомобиль попадает в аварию, возникает вопрос, кто несет ответственность: владелец автомобиля, производитель программного обеспечения или автомобильная компания? Существующие правовые нормы часто не имеют четких ответов на такие вопросы, что создает правовую неопределенность.

Принятие решений в критических ситуациях: алгоритмы, управляющие беспилотными автомобилями, могут быть поставлены перед жесткими этическими дилеммами, например, выбором между минимизацией ущерба для пассажиров или пешеходов в случае неизбежной аварии. Эти ситуации требуют глубокого этического анализа и общественного обсуждения.

Конфиденциальность и безопасность данных: Беспилотные автомобили собирают и обрабатывают огромные объемы данных о своих владельцах, а также окружающем пространстве. Важно разработать надежные протоколы для защиты конфиденциальности пользователей и обеспечения безопасности информации [6].

Для примера сравним страны, активно тестирующие БТС (рис. 2).

Рейтинг стран, активно тестирующих БТС

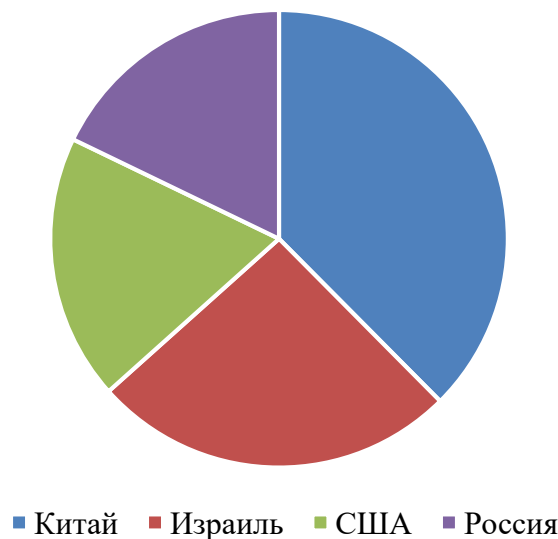


Рисунок 2 – Рейтинг стран, активно тестирующих БТС

Потенциал для внедрения в разные сферы (грузоперевозки, пассажирские перевозки)

Технологии беспилотного транспорта имеют огромный потенциал для внедрения в различные области. В частности, в грузоперевозках автономные машины могут существенно снизить расходы на логистику, повышая эффективность и скорость доставки. Пассажирские перевозки могут быть оптимизи-

рованы благодаря созданию беспилотных такси и шаттлов, как в случае с моделью Navia, представленной Induct Technologies во Франции.

Беспилотные автомобили могут существенно повлиять на экологическую устойчивость. Использование электромобилей, как основного транспортного средства, в сочетании с автономными системами управления может снизить выбросы углерода. Вдобавок, оптимизация маршрутов и управление движением снижают общее количество пробок, что приводит к снижению потребления топлива и уменьшению загрязнения воздуха [7].

Сравним статистику продаж БТС за 2022-2023 год в России.

В России, начиная с 2018 года, повысились продажи беспилотных транспортных средств (БТС). За 2022 год в России было продано 3813 единиц беспилотных автомобилей, а в 2023 году продажи увеличились на 31%, и число БТС к концу года составляло 14869 единиц.

На данный момент рост продаж «чистых» беспилотных транспортных средств в России составляет 0,09%. По прогнозу компании «Деловой профиль» рост продаж БТС к 2030 году должен будет составлять около 2,3%[8]. Динамика продаж беспилотных транспортных средств за 2022-2023 годы представлен на рис. 3.

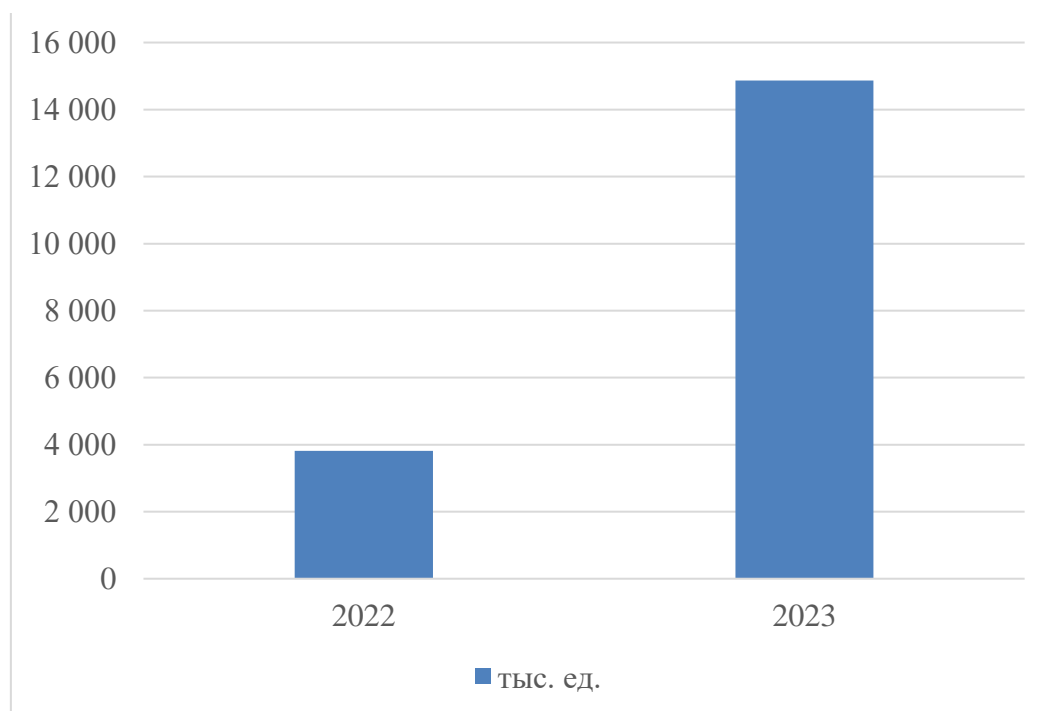


Рисунок 3 – Динамика продаж беспилотных транспортных средств за 2022/2023 гг.

Внедрение беспилотных автомобилей предполагает ряд изменений в городской инфраструктуре:

- Новые дорожные системы и знаки: потребуется переработка правила дорожного движения и установка новых дорог и разметок, чтобы обеспечить эффективное взаимодействие между беспилотными и традиционными автомобилями.

- Парковочные решения: с автономными транспортными средствами, которые могут самостоятельно парковаться или даже работать в режиме «подборки пассажиров», изменяются требования к парковочным пространствам в горо-

дах. Это открывает возможности для переоборудования существующих парковок в более эффективные пространства.

- Умные города: внедрение беспилотных технологий может стать частью концепции «умных городов», где транспорт, инфраструктура и технологии будут интегрироваться для создания более эффективных и устойчивых городских систем [9].

В ходе исследования беспилотных транспортных средств (БТС) было выявлено, что эта технология представляет собой одно из самых перспективных направлений в области современных транспортных решений. БТС могут значительно улучшить безопасность на дорогах, снизить количество аварий и повысить эффективность транспортных потоков. Однако, несмотря на прогрессивные достижения и успешные испытания, реализация беспилотных автомобилей в повседневной жизни сталкивается с множеством серьезных вызовов — от этических и правовых вопросов до технической надежности [10].

Для успешной интеграции БТС в транспортные системы необходимо принятие комплексного подхода к дальнейшим исследованиям. Рекомендуются:

- Изучение этических аспектов: проведение широких общественных дискуссий по вопросам ответственности и принятия решений в критических ситуациях, связанных с работой беспилотных автомобилей.

- Разработка правовых норм: необходима работа над созданием четкой правовой базы, регулирующей использование БТС, а также ответственности участниц этих процессов.

- Тестирование в реальных условиях: продолжение экспериментальных программ на городских и загородных дорогах с целью оценки работы БТС в сложных и неожиданных ситуациях.

- Инвестиции в технологии безопасности: увеличение усилий на исследования и разработки, направленные на повышение надежности и безопасности беспилотных систем.

Список литературы

1. Поддубко С.Н., Мариев П.Л., Белевич А.В. Перспективы развития беспилотных транспортных систем в Республике Беларусь. Беспилотные транспортные средства: проблемы и перспективы. Сборник материалов 94 международной научно-технической конференции. Ассоциации автомобильных инженеров. 18 марта 2016 г. Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева. 296 с. ISBN 978-5-502-00740-5. с. 7.

2. Шадрин С.С., Иванов А.М., Юдин В.В. Разработка гибридной навигационной системы автономного колесного транспортного средства // Сборник материалов 94 международной научнотехнической конференции. Ассоциации автомобильных инженеров. 18 марта 2016 г. Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева. 296 с. ISBN 978- 5-502-00740-5. с. 18.

3. Шадрин С.С., Иванов А.М., Сининкин И.В. Разработка и экспериментальные исследования автомобильной системы контроля движения в полосе. Сборник материалов 94 международной научно-технической конференции. Ассоциации автомобильных инженеров. 18 марта 2016 г. Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева. 296 с. ISBN 978- 5-502-00740-5. с. 25.

4. Навигация гетерогенной группы роботов (БПЛА и БНР) через лабиринт в 3D симуляторе GAZEBO методом вероятностной дорожной карты / И.М. Афанасьев. А.Г. Сагитов, И.Ю. Данилов, Е.А. Магид // Второй Всероссийский научно-практический семинар «Беспилотные транспортные средства с элементами искусственного интеллекта

(БТС-ИИ-2015)» (9 октября 2015г., г. Санкт-Петербург, Россия): Труды семинара. – Санкт-Петербург: Изд-во «Политехника-сервис», 2015. – 140 с. С.18–25.

5. Беспилотный вездеход Clearpath Husky: www.clearpathrobotics.com/husky/

6. Clearpath Robotics. URL: www.clearpathrobotics.com/.

7. Подход к настройке системы технического зрения для мобильной платформы / Е.А.Ивашина, М.О. Корлякова, А.Ю. Пилипенко, А.А. Филимонков // Второй Всероссийский научнопрактический семинар «Беспилотные транспортные средства с элементами искусственного интеллекта (БТС-ИИ-2015)» (9 октября 2015 г., г. Санкт-Петербург, Россия): Труды семинара. – Санкт-Петербург: Изд-во «Политехника-сервис», 2015. – 140 с. С. 58–65.

8. Антонов С., Ильин Н. Сколько в России электромобилей и как развивается инфраструктура для них. Москва, 2024.

9. Московский А.Д. Метод распознавания сцен для задачи навигации мобильных роботов // Второй Всероссийский научно-практический семинар «Беспилотные транспортные средства с элементами искусственного интеллекта (БТС-ИИ2015)» (9 октября 2015 г., г. Санкт-Петербург, Россия): Труды семинара. – Санкт-Петербург: Изд-во «Политехника-сервис», 2015. – 140 с. С. 66–73.

10. Иванов Ю.А. Технологии компьютерного зрения для наблюдения за объектами путевой инфраструктуры // Техника железных дорог. № 4 (16). 2011. –С.57-61.

References

1. Poddubko S.N., Mariev P.L., Belevich A.V. Prospects for the development of unmanned transport systems in the Republic of Belarus. Unmanned vehicles: problems and prospects. Collection of materials of the 94th International scientific and technical conference. Associations of Automotive Engineers. March 18, 2016 Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev. 296 p. ISBN 978-5-502-00740-5. p. 7.

2. Shadrin S.S., Ivanov A.M., Yudin V.V. Development of a hybrid navigation system for an autonomous wheeled vehicle. Collection of materials of the 94th International scientific and technical conference. Associations of Automotive Engineers. March 18, 2016 Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev. 296 p. ISBN 978- 5-502-00740-5. p. 18.

3. Shadrin S.S., Ivanov A.M., Sininkin I.V. Development and experimental studies of an automotive lane motion control system. Collection of materials of the 94th International scientific and technical conference. Associations of Automotive Engineers. March 18, 2016 Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev. 296 p. ISBN 978- 5-502-00740-5. p. 25.

4. Afanasyev I.M., Sagitov A.G., Danilov I.Y., Magid E.A. Navigation of a heterogeneous group of robots (UAVs and BNR) through a maze in a 3D GAZEBO simulator using the probabilistic roadmap method. The second All-Russian scientific and practical seminar "Unmanned vehicles with artificial intelligence elements (BTS-AI-2015)" (October 9, 2015, St. Petersburg, Russia): Proceedings of the seminar. – St. Petersburg: "Polytechnic-service", 2015. 140 p. p.18-25.

5. Unmanned all-terrain vehicle Clearpath Husky: www.clearpathrobotics.com/husky/

6. Clearpath Robotics: www.clearpathrobotics.com/

7. Ivashina E.A., Korlyakova M.O., Pilipenko A.Y., Filimonkov A.A. An approach to setting up a vision system for a mobile platform. The second All-Russian scientific and practical seminar "Unmanned vehicles with artificial intelligence elements (BTS-AI-2015)" (October 9, 2015, St. Petersburg, Russia): Proceedings of the seminar. – St. Petersburg: "Polytechnic-service", 2015. 140 p. 58-65.

8. Antonov S., Ilyin N. How many electric cars are there in Russia. And how is the infrastructure for them developing. Proceedings of the article – Moscow, 2024.

9. Moskovsky A.D. A scene recognition method for the task of navigating mobile robots. The second All-Russian scientific and practical seminar "Unmanned vehicles with artificial intelligence elements (BTS-AI2015)" (October 9, 2015, St. Petersburg, Russia): Proceedings of the seminar. – St. Petersburg: "Polytechnic-service", 2015. 140 p. pp. 66-73.

10. Ivanov Yu.A. Computer vision technologies for monitoring objects of track infrastructure // Technique of railways, №4 (16), 2011, – Pp. 57-61.

КРАТКОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

SHORT-TERM TRAFFIC FLOW FORECASTING BASED ON MATHEMATICAL MODELS

Аннотация. При прогнозировании транспортных потоков в городах отсутствие анализа характеристик пространственной корреляции транспортных потоков приводит к большому отклонению результатов прогнозирования от реальных данных о транспортных потоках. Поэтому в исследовании учитываются пространственные корреляционные характеристики транспортного потока и в математическую модель вводится алгоритм свертки графа, благодаря чему связанная математическая модель может удовлетворять требованиям обработки временных рядов данных транспортного потока. Наконец, достоверность модели была проверена путем тестирования значений MAE и RMSE модели.

Ключевые слова: прогнозирование транспортных потоков; математическое моделирование; ИТС

Abstract. In urban traffic flow prediction, the lack of analysis of the spatial correlation characteristics of traffic flow leads to a large deviation between the prediction results and the real traffic flow data. Therefore, the study takes into account the spatial correlation characteristics of traffic flow and introduces the graph convolution algorithm into the mathematical model, so that the coupled mathematical model can meet the requirements of time series processing of traffic flow data. Finally, the validity of the model was verified by testing the MAE and RMSE values of the model.

Keywords: traffic flow prediction; mathematical modelling; ITS

В последние годы количество автотранспорта стремительно увеличивается, что в значительной степени повышает эффективность перевозок. Но это также породило множество проблем, самой распространенной из которых являются пробки на дорогах. Поэтому необходимо составлять точные прогнозы транспортных потоков и осуществлять эффективное управление в соответствии с результатами прогнозирования. Традиционные методы прогнозирования (например, модель временных рядов ARIMA) в определенной степени повышают надежность результатов прогнозирования, но имеют ограниченный диапазон исполнения по длительности времени прогнозирования, и когда время прогнозирования слишком мало, соответствующие результаты прогнозирования трудно удовлетворить требованиям практических приложений [1, 2, 3]. На основании вышеизложенного в данной статье предлагается исследование мето-

да прогнозирования городских кратковременных транспортных потоков на основе математических моделей, а также проверяется надежность разработанного метода прогнозирования с помощью сравнительных тестов на основе реальных данных о дорожном движении.

Данные о транспортном потоке по сути представляют собой временные ряды с пространственно-временной информацией. Как улучшить модель прогнозирования, чтобы она могла более эффективно и точно извлекать пространственно-временные характеристики из данных о транспортном потоке, находится в центре внимания исследований в области прогнозирования транспортных потоков [4, 5]. Характерная информация об узлах дорожной сети, заданная с помощью графовой структуры, может рассматриваться как сигналы на графе. Чтобы в полной мере использовать пространственную топологическую информацию дорожной сети, сверточную нейронную сеть можно использовать для непосредственной обработки пространственной информации дорожной сети, что может повысить эффективность прогнозирования транспортных потоков.

В этой статье характеристики транспортного потока анализируются с трех точек зрения: скорость, плотность и заполняемость. Скорость транспортного средства – это скорость движения транспортного средства, проходящего через определенный участок дороги, которую можно выразить как

$$v = \frac{dl}{dt} = \lim_{t_2 \rightarrow t_1 \rightarrow 0} \frac{l_2 - l_1}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

где v обозначает параметр мгновенной скорости, l_2 и l_1 обозначают параметр положения транспортного средства в период времени от t_2 до t_1 соответственно, тогда $l_2 - l_1$ обозначает расстояние, пройденное транспортным средством в период времени от t_2 до t_1 , и когда t_2 и t_1 неограниченно сходятся к 0, тогда $l_2 - l_1$ обозначает мгновенную скорость.

Как правило, транспортный поток имеет форму свободного потока. На участке дороги длиной L число автомобилей, движущихся непрерывно, непостоянно. Поэтому расчет характеристики плотности транспортного потока может быть выражен как

$$\rho = \frac{N}{L} \quad (2)$$

где ρ обозначает параметр плотности транспортного потока, а N – количество автомобилей, непрерывно движущихся по участку дороги длиной L .

Наконец, проводится анализ характеристик заполняемости. На коэффициент заполняемости в основном влияют скорость автомобиля и длина самого автомобиля за определенный период времени. Поэтому используемый расчет можно выразить следующим образом:

$$p = d * \rho \quad (3)$$

где p – параметр загруженности транспортного потока, а d – длина самого транспортного средства.

Анализ характеристик транспортного потока проводится по приведенным выше формулам, что создает основу для последующего краткосрочного прогнозирования транспортного потока на основе математического моделирования. Временные характеристики являются основой для представления пространственных корреляционных характеристик транспортного потока. Для решения проблемы характеристик временных рядов транспортных потоков в этой статье в математическую модель вводится сверточная нейронная сеть и настраивается структура сверточной нейронной сети с помощью метода взвешивания параметров сети для достижения комплексного анализа транспортного потока. Структуру работы сверточной нейронной сети метода передачи данных можно выразить следующим образом:

$$H = \sigma[\sigma(H^{i-1}w_1)w_2] \quad (4)$$

где H^{i+1} обозначает выход конволюционного слоя $i+1$, а w_1 и w_2 – весовые параметры скорости и плотности, соответственно. Конкретные значения этого параметра рассчитываются с учетом взаимосвязи между исторической скоростью, плотностью и транспортным потоком. Это позволяет гарантировать надежность результатов прогнозирования. σ обозначает функцию активации, и в общем случае этот параметр является постоянной величиной.

Основываясь на этом, в этой статье используется сверточная нейронная сеть для построения соответствующей математической модели, которая может удовлетворить потребности обработки данных временных рядов транспортных потоков для достижения точного прогнозирования краткосрочных данных транспортных потоков. Формула сверточной нейронной сети может быть выражена как

$$H^{(t)} = u^{(t)} \otimes H^{(t-1)} + (1 - u^{(t)}) \otimes C^{(t)} \quad (5)$$

где $H^{(t)}$ обозначает результат прогнозирования транспортного потока в период времени t , $u^{(t)}$ обозначает ворота сброса математической модели, $H^{(t-1)}$ обозначает информацию о транспортном потоке в соседнем интервале целевого периода времени прогнозирования, а $C^{(t)}$ обозначает ворота обновления математической модели. Механизм работы ворот сброса может быть выражен следующим образом:

$$u^{(t)} = \sigma \otimes (w_1 \alpha_1 + w_2 \alpha_2), \quad (6)$$

где α_1 и α_2 – параметры скорости и плотности, соответственно. Таким образом, достигается краткосрочное прогнозирование транспортного потока, а конкретное время прогнозирования может быть достигнуто путем регулировки

величины t-значения. Для обеспечения достоверности результатов прогноза параметры скорости и плотности транспортного потока должны рассчитываться на основе фактических данных.

На этапе подготовки данных в качестве основы для проверки математической модели были выбраны реальные данные о дорожном движении на основных дорогах Турина (Италия), полученные из открытых источников UTD19 [6]. Данные содержат сведения об идентификации детектора, интенсивности дорожного движения и занятости детектора, интервал детектирования составляет 5 минут. На рис. 1 показаны данные о реальном транспортном потоке за один день и данные о транспортном потоке, оптимизированном с помощью математической модели.

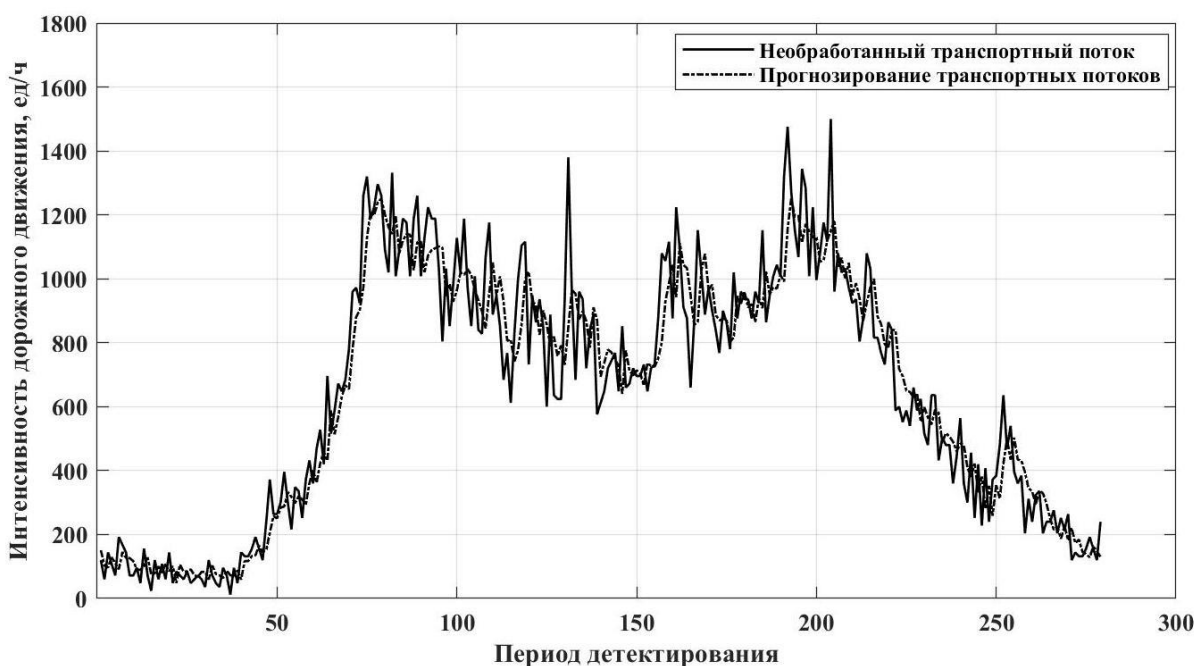


Рисунок 1 – График изменения интенсивности движения (реальной и прогнозируемой)

На этапе анализа эффекта применения метода прогнозирования математической модели в данной статье строятся конкретные показатели оценки. В данной статье полностью рассматриваются актуальные потребности краткосрочного прогнозирования транспортных потоков на городских магистралях, а также используется связь между результатами прогнозирования и реальными данными о транспортных потоках в качестве основы для установления показателей. Окончательно выбранными показателями оценки являются средняя абсолютная ошибка и среднеквадратическая ошибка соответственно. Формула для средней абсолютной ошибки может быть выражена как

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |x(t) - x'(t)|}{n} \quad (7)$$

где MAE обозначает параметр средней абсолютной ошибки результата прогнозирования городского кратковременного транспортного потока, $x(t)$ обо-

значает результат прогнозирования городского кратковременного транспортного потока в период времени t , $x'(t)$ обозначает фактический результат городского кратковременного транспортного потока в период времени t , а n обозначает размер данных.

Метод расчета среднеквадратической ошибки можно выразить следующим образом:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [x(t) - x'(t)]^2}{n}}. \quad (8)$$

Объединив формулу, можно увидеть, что диапазон значений MAE равен $[0, +\infty)$, и чем меньше значение MAE, тем меньше ошибка между результатом прогнозирования и фактическими данными о транспортном потоке и тем лучше соответствующее значение. прогнозирующий эффект. Чем меньше значение RMSE, тем выше точность прогноза. В конкретном процессе прогнозирования были установлены различные временные интервалы: 5,0 мин, 10,0 мин, 15,0 мин, 20,0 мин, 25,0 мин и 30,0 мин, на основе которых были проведены испытания двух методов соответственно.

На основании вышеизложенного были проанализированы результаты прогнозирования транспортных потоков в разные периоды времени, а полученные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты прогнозирования Статистическая таблица MAE и RMSE

Время прогнозирования /min	5	10	15	20	25	30
MAE /%	16.15	12.01	10.44	10.02	9.37	8.01
RMSE /%	12.61	11.03	10.15	10.04	9.17	8.73

Результаты тестирования показывают, что на эффективность методов прогнозирования транспортных потоков с помощью математических моделей более существенно влияет продолжительность прогнозирования. Общие значения MAE и RMSE результатов прогнозирования показали относительную стабильность. Результаты тестирования показывают, что основанный на математической модели метод краткосрочного прогнозирования городских транспортных потоков, разработанный в данной работе, может обеспечить точное прогнозирование транспортных потоков в различных временных диапазонах, с высокой степенью соответствия реальной ситуации. Поэтому он может иметь хорошее практическое применение для фактического управления транспортными потоками.

Список литературы

1. Mehdi M.Z., Kammoun H.M., Benayed N.G., et al. Entropy-based traffic flow labeling for CNN-based traffic congestion prediction from meta-parameters [J]. IEEE Access, 2022, 10: 16123-16133.
2. Vijayalakshmi B, Ramar K, Jhanjhi N Z, et al. An attention-based deep learning model for traffic flow prediction using spatiotemporal features towards sustainable smart city [J]. International Journal of Communication Systems, 2021, 34(3): e4609.
3. Цзян, Ц. Методы краткосрочного прогнозирования транспортных потоков на основе больших данных / Ц. Цзян, А. А. Феофилова // Наука и инновации в современном мире : Материалы Национальной научно-практической конференции, Воронеж, 22 января 2024 года. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2024. – С. 5-9. – DOI 10.58168/SIMW2024_5-9.
4. Цзян, Ц. Исследование методов заполнения недостающих данных при прогнозировании транспортных потоков / Ц. Цзян // Актуальные проблемы науки и техники. 2024 : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 19–21 марта 2024 года. – Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2024. – С. 682-684.
5. Феофилова, А. А. Управление и контроль транспортных потоков интеллектуальной системой / А. А. Феофилова, Ц. Цзян // Молодой исследователь Дона. – 2024. – Т. 9, № 2(47). – С. 45-49.
6. UTD19 // URL: <https://utd19.ethz.ch/index.html> (дата обращения: 22.09.2024).

References

1. Mehdi M. Z., Kammoun H. M., Benayed N. G. et al. Entropy-based traffic flow labeling for CNN-based traffic congestion prediction from meta-parameters [J]. IEEE Access, 2022, 10: 16123-16133.
2. Vijayalakshmi B., Ramar K., Jhanjhi N. Z. et al. An attention-based deep learning model for traffic flow prediction using spatiotemporal features towards sustainable smart city [J]. International Journal of Communication Systems, 2021, 34(3): e4609.
3. Jiang, Ts. Methods of short-term forecasting of traffic flows based on big data / Ts. Jiang, A. A. Feofilova // Science and innovation in the modern world : Proceedings of the National Scientific and Practical Conference, Voronezh, January 22, 2024. Voronezh: Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov, 2024. – pp. 5-9. – DOI 10.58168/SIMW2024_5-9.
4. Jiang, Ts. Research of methods for filling in missing data in forecasting traffic flows / Ts. Jiang // Actual problems of science and technology. 2024 : Proceedings of the All-Russian (National) Scientific and Practical Conference, Rostov-on-Don, March 19-21, 2024. Rostov-on-Don: Don State Technical University, 2024. – pp. 682-684.
5. Feofilova, A. A. Management and control of traffic flows by an intelligent system / A. A. Feofilova, Ts. Jiang // Young researcher of the Don. – 2024. – Vol. 9, No. 2(47). – pp. 45-49.
6. UTD19 // URL: <https://utd19.ethz.ch/index.html> (дата обращения: 22.09.2024).

Чердниченко М.В.
студент первого курса обучения по направлению
«Инноватика», МИРЭА-Российский технологический
университет, РФ

Cherednichenko M.V.
first-year student in the field of "Innovation",
MIREA-Russian University of Technology,
Russian Federation

ПОВЫШЕНИЕ ДОВЕРИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ К ЭКСПЛУАТАЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

INCREASING USER CONFIDENCE IN THE OPERATION OF SELF-DRIVING CARS

Аннотация. В статье определен круг лиц, заинтересованных и участвующих в выводе высокоавтоматизированных транспортных средств на дороги общего пользования России; их права и обязанности. На основе анализа нормативно-правовой документации представлен алгоритм вывода экземпляра/партии высокоавтоматизированного транспортного средства потенциальным собственником; выполнена постановка, определение проблемы информирования пользователей об инновационных решениях в сфере беспилотных перевозок и предложен вариант решения проблемы недоверия потребителей.

Ключевые слова: высокоавтоматизированное транспортное средство, автоматизированная система, экспериментальный правовой режим, доверие.

Abstract. The article defines the circle of persons interested and involved in the withdrawal of highly automated vehicles on public roads in Russia, their rights and obligations. Based on the analysis of regulatory and legal documentation, an algorithm for the withdrawal of a copy/batch of a highly automated vehicle by a potential owner is presented; the formulation and definition of the problem of informing users about innovative solutions in the field of unmanned transportation is performed and proposed a solution to the problem of distrust.

Keywords: highly automated vehicle, automated system, experimental legal regime, trust.

Социологические опросы по вопросу доверия пользователей высокоавтоматизированных транспортных средств (ВАТС) к их эксплуатации на дорогах общего пользования демонстрируют факт первоначального недоверия и отторжения. Важно обеспечивать не только внедрение новых технологических решений, но и достаточную осведомлённость и доверие общества – потенциальных пользователей.

Для постановки и определения проблемы информирования пользователей об инновационных решениях в сфере беспилотных перевозок приведено определение термина «доверие» [1]. «Доверие – это готовность стороны быть уязвимой к действиям другой стороны, основанная на ожидании, что другая сторона совершит определенное действие, важное для доверителя» [1]. Данная трактовка термина «доверие» позволяет понять, как работать над повышением доверия пользователей к эксплуатации ВАТС.

В настоящий момент движение ВАТС на дорогах общего пользования РФ регулируется в рамках экспериментального правового режима на основе ФЗ-258 «Об экспериментальных правовых режимах в сфере цифровых инноваций в

Российской Федерации» в редакции от 08.08.2024 г. и Программой экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций по эксплуатации высокоавтоматизированных транспортных средств в отношении реализации инициативы «Беспилотные логистические коридоры» в Постановлении Правительства РФ №1849 в редакции от 21.09.2024г. Нормативно-правовая документация располагает к использованию инновационных решений в сфере беспилотных транспортных решений в логистических целях.

На рис. 1 представлен алгоритм вывода ВАТС на дороги общего пользования России, который отражает действия и обязательства владельца ВАТС, производителя ВАТС, испытательной лаборатории, федеральных ведомств, операторов беспилотных грузовых перевозок, водителей и инженеров-испытателей, диспетчеров ВАТС, оператора инфраструктуры.

Если рассматривать доверие через призму операторов беспилотных транспортных систем и водителей-испытателей, то можно заметить, что оно меняется в зависимости от того, насколько эффективно система принимает решения. Пользователь беспилотной системы больше доверяет автоматизированным системам либо низкого, либо высокого уровня, нежели среднего. Кроме того, эффективность работы должна быть чётко идентифицируемой и понимаемой для конечного пользователя [2]. Помимо этого, надёжный способ повысить доверие пользователя – это долгосрочная работа с подобными системами [3, 4]. Заслужить доверие общественности – непростая задача. Что важно, негативные события, связанные с автоматизацией, имеют гораздо большее влияние на потенциальных пользователей, чем позитивные.

Исследования показывают, что юридическое регулирование имеет ограниченную эффективность в решении проблем доверия [5, 6]. Значит, стоит искать возможность заслужить доверие не принуждением, а демонстрацией корректной работы инновационных решений потенциальным пользователям.

Одной из целей Программы ставится «привлечение инвестиций в развитие предпринимательской деятельности в сфере цифровых инноваций в Российской Федерации». Доверие инвесторов и/или потенциальных субъектов экспериментально-правового режима заслуживает отдельного внимания. Создание методологии по калибровке доверия у вышеупомянутых лиц очень важно для экономического развития государства и беспилотных технологий в сфере транспорта и логистики.

Дополнения к алгоритму:

* Испытательная лаборатория выдаёт заключение после проверки ВАТС на требования ТР ТС 018/2011, а также требования к ВАТС 1 и 2 категории, прописанные в Приложение №2 Положения. ** Министерство экономического развития РФ, Министерство транспорта РФ, Министерство промышленности и торговли РФ. *** Самые последние правки в Программу обязывают владельца ВАТС подключиться и взаимодействовать с системой цифрового двойника. **** Министерство транспорта РФ, Министерство внутренних дел РФ, Федеральная служба по надзору в сфере транспорта, Министерство промышленности и торговли.



Обязательства владельца ВАТС***

- 1) Наличие обязательного и дополнительного страхования не менее 10 млн. рублей на ВАТС.
- 2) Вовремя оплачивать проезд ВАТС на участках БЛК, используемых на платной основе.
- 3) Осуществлять эксплуатацию ВАТС только при наличии заключения, особой отметки МВД в отношении ВАТС.
- 4) Раз в полгода предоставлять отчётность для ряда министерств и предпринимательскому сообществу**.
- 5) Поддержка должного технического состояния, ограничение по эксплуатации по требованию.
- 6) Соблюдать порядок и правила эксплуатации по эксплуатационной документации.
- 7) Предоставлять по запросу субъекта РФ данные о владельце, геолокации, гос. номере и категории ВАТС.

Водитель-испытатель должен:

- 1) Иметь водительское удостоверение (права) нужной категории;
- 2) Не иметь нарушений по КоАП РФ в области безопасности дорожного движения за 3 года;
- 3) Стаж более 3 лет;
- 4) Не иметь мед. противопоказаний к работе.

Диспетчер-испытатель должен:

- 1) Соответствовать требованиям водителя-испытателя;
- 2) осуществлять мониторинг работы ВАТС (один ВАТС - один диспетчер);
- 3) нести ответственность в случае причинения вреда здоровью и жизни людей, имущества третьих лиц;
- 4) деактивировать АСВ в случае необходимости, запроса полиции;
- 5) уведомлять о происшествиях.

Инженер-испытатель должен:

Инженер-испытатель находится в салоне ВАТС 2 категории. Он наблюдает за работой и сообщает о происшествиях

Оператор инфраструктуры

- 1) Обеспечивает информацией оператора, составляет требования к каналу связи и совместимости информационных систем.
- 2) Хранит пробег, объём перевозки и срок действия каждого ВАТС;
- 3) Информировывает оператора о нештатных ситуациях;
- 4) Предоставляет отчётность в ряд министерств****;
- 5) несёт ответственность за предоставляемую информацию.

Оператор беспилотных грузовых перевозок

- 1) Заключает договор с владельцем ВАТС на возмездной основе.
- 2) Участвует посредником между владельцем ВАТС и оператором инфраструктуры.

Рисунок 1. Алгоритм вывода ВАТС на дороги общего пользования России

Таким образом, на основе анализа нормативно-правовой документации представлен алгоритм вывода экземпляра/партии высокоавтоматизированного транспортного средства потенциальным собственником, который четко определяет права и обязанности всех участвующих в процессе лиц.

Начиная с 2022 года, когда экспериментально-правовой режим был внедрён, Программа не поменяла свою позицию по вопросу необходимости дополнительного информирования пользователей ВАТС о достижениях в области беспилотных технологий. Людям, не интересующимся данной тематикой, не известно о настоящих возможностях ВАТС 1 и 2 категории, о способах предотвращения критических ситуаций и об ответственности в случае их возникновения. Процесс совершенствования беспилотных технологий, их внедрения и широкого использования на дорогах общего пользования РФ – мотивированный коммерческий процесс. В этом нет смысла или выгоды, если потенциальные пользователи ВАТС, лица, участвующие в выводе ВАТС на дороги общего пользования РФ и нынешние участники дорожного движения не доверяют системе полностью. В статье выполнена постановка, определены проблемы информирования пользователей об инновационных решениях в сфере беспилотных перевозок и предложен вариант решения проблемы недоверия.

Список литературы

1. Mayer, R. An Integrative Model of Organizational Trust / Roger C. Mayer, James H. Davis, F. David Schoorman // JSTOR. 1995. Vol. 20, No. 3. pp. 709-734.
2. Freedy, A. Measurement of trust in human-robot collaboration / Amos Freedy, Ewart DeVisser, Gershon Weltman, Perceptronics Solutions, Nicole Coeyman // ResearchGate. 2007. pp. 106–114. doi: 10.1109/CTS.2007.4621745.
3. Lee, D, Trust in Automation: Designing for Appropriate Reliance / John D. Lee, Katrina A. See // SAGE Publications. 2004. Vol. 46, No. 1. pp. 50-80.
4. Зубофф, Ш. В эпоху умной машины: будущее труда и власти / Ш. Зубофф. М.: АльпинаПаблицер, 2020. 586 с.
5. Parasuraman, R. Performance Consequences of Automation Induced Complacency / Raja Parasuraman, Robert Molloy, Indramani L. Singh // The International Journal of Aviation Psychology. Volume 3, 1993 – Issue 1. pp. 1-23.
6. Sitkin, S. Explaining the Limited Effectiveness of Legalistic "Remedies" for Trust/Distrust /B. Sitkin, L. Roth // JSTOR. 1993. Vol. 4, No. 3. pp. 367-392.

References

1. Mayer, R. An Integrative Model of Organizational Trust / Roger C. Mayer, James H. Davis, F. David Schoorman // JSTOR. 1995. Vol. 20, No. 3. pp. 709-734.
2. Freedy, A. Measurement of trust in human-robot collaboration / Amos Freedy, Ewart DeVisser, Gershon Weltman, Perceptronics Solutions, Nicole Coeyman // ResearchGate. 2007. pp. 106–114. doi: 10.1109/CTS.2007.4621745.
3. Lee, D, Trust in Automation: Designing for Appropriate Reliance / John D. Lee, Katrina A. See // SAGE Publications. 2004. Vol. 46, No. 1. pp. 50-80.
4. Zuboff, Sh. In the era of the smart machine: the future of labor and power / Sh. Zuboff. M.: Al-pina Publisher, 2020. 586 p.
5. Parasuraman, R. Performance Consequences of Automation Induced Complacency / Raja Parasuraman, Robert Molloy, Indramani L. Singh // The International Journal of Aviation Psychology. Volume 3, 1993 – Issue 1. pp. 1-23.
6. Sitkin, S. Explaining the Limited Effectiveness of Legalistic "Remedies" for Trust/Distrust /B. Sitkin, L. Roth // JSTOR. 1993. Vol. 4, No. 3. pp. 367-392.

Секция 3. Безопасность дорожного движения

DOI: 10.58168/DPIIT2024_53-58

УДК 658.382

Агеев Е.В.

д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры технологии материалов и транспорта Юго-Западного государственного университета, г. Курск, РФ

Виноградов Е.С.

канд. техн. наук, соискатель, Юго-Западного государственного университета, г. Курск, РФ

Ageev E.V.

Dr. Sci. Tecs., Dr. Sci. Tech.
South-West State University
Kursk, Russian Federation

Vinogradov E.S.

Ph. D., postgraduate
South-West State University, Kursk, Russian Federation

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВОДИТЕЛЯ В СИСТЕМЕ «В-С»

GENERAL CHARACTERISTICS OF THE DRIVER'S ACTIVITY IN THE «В-С» SYSTEM

Аннотация. В данной статье представлены характеристики водителей, оказывающие влияние на условия обеспечения «абсолютной безопасности» связанных с условиями восприятия дорожных ситуаций. Представлены методические рекомендации по совершенствованию практических навыков, связанных с управлением автомобилем на этапе подготовки в учебном центре.

Ключевые слова: принятие решения, профессиональная подготовка, кандидат в водители, профессиональные качества водителя, дорожное движение.

Abstract. This article presents the characteristics of drivers that influence the conditions for ensuring "absolute safety" related to the conditions of perception of road situations. Methodological recommendations for improving practical skills related to driving at the training stage in the training center are presented.

Keywords: decision-making, professional training, driver candidate, professional qualities of a driver, traffic.

Концепция «абсолютной безопасности» является фундаментом для нормативной базы в области безопасности дорожного движения [1]. В то же время одновременно с увеличением транспортного потока возрастает удельный вес дорожно-транспортных происшествий [1], которые возникают вследствие неправильных действий операторов транспортных средств из-за недостаточного профессионализма, умения принимать оптимальные решения в сложных дорожных ситуациях в условиях дефицита времени, перегрузки, не информированностью и др. [2].

Для обеспечения безопасности работы системы «Водитель-Среда» необходимо провести анализ элементов транспортной инфраструктуры, с которыми взаимодействует водитель в транспортном комплексе. Водитель получает сведения состоянии транспортного потока при помощи каналов приема информации определяя тем самым сведения о дорожном движении (уровень освещенности, интенсивность движения, состояние дорожного покрытия, метеорологиче-

ские условия). При этом восприятие информации должна быть интегрирована с современными технологиями базы данных (навигационные системы), которые позволяют обрабатывать информацию в реальном времени. Важным аспектом является создание удобного интерфейса для водителя, который бы минимизировал отвлечение внимания и одновременно обеспечивал бы быструю реакцию на изменения в окружающей среде [2–4].

Применительно к профессиональной деятельности, обеспечивающей безопасное функционирование системы необходим своевременный анализ полученной информации и выборке управляющих решений, формирование которых осуществляется в процессе подготовки в учебном центре. Основными характеристиками описывающие процесс профессиональной подготовки являются: внимание (представляет собой деятельность, которая направлена на определенные предметы транспортной инфраструктуры), восприятие (начальный этап активного контакта с объектами транспортной среды, которые преобразует сенсорные сигналы в структурированные образы обеспечивая безопасное и эффективное движение), память (представляет процесс запоминания, сохранения, воспроизведения дорожно-транспортных ситуаций которые были в прошлом опыте), мышление (процесс анализа и обобщения полученной информации, позволяет делать выводы и принимать решения), сенсорно-моторная деятельность, временные характеристики выполняемых действий, связанных с управлением автомобилем; данные о надежности выполнения действий, антропометрические характеристики и др. [5–7].

При этом процесс анализа информации является компонентом операторской деятельности и определяется функционированием психофизиологических возможностей человека, рис. 1.

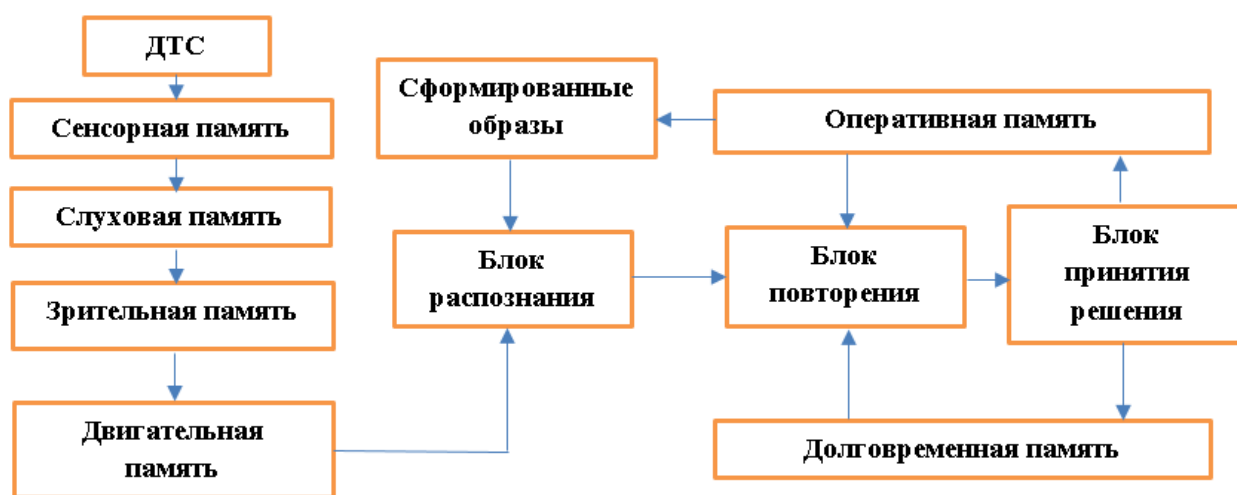


Рисунок 1 – Схема анализа поступающей информации водителем при взаимодействии в транспортном потоке

Информация, обрабатываемая в сенсорной памяти, является первичным звеном в системе «В-С», отражая визуальные сигналы, которые позволяют создать многослойные образы в нашем сознании, формируя тем самым «послеобраз» дорожных ситуаций. В тоже время процесс распознавания объектов транс-

портной инфраструктуры представляет собой сложный механизм обработки информации в памяти водителя. При высокой скорости перекодировки, достигающей 180 объектов в секунду, важность эффективного восприятия информации возрастает. Если длина сигнала варьируется от 7 до 9 объектов, водитель способен преобразовать информацию в акустическую форму для дальнейшего запоминания.

Объем поступающей информации превышающий указанные пределы, водитель формирует новые образы, для того чтобы в сенсорной памяти сохранился «послеобраз» сигнала ДТС, если поступающий сигнал не будет перекодирован в течение короткого интервала времени между последовательными сигналами, то он оказывается в числе потерянных. Вероятность успешного запоминания сигналов напрямую зависит от метода их предъявления и временных интервалов. Обеспечение объективного восприятия сигналов представляет собой фактор в повышении безопасности и эффективности транспортной системы [8].

Процесс запоминания осуществляется в результате заполнения n ячеек в первичной памяти путем смещения образов на одну ячейку, т.е. до полного накопления в ней n образов дорожных ситуаций. Если первичная память заполнена, то поступающий в нее новый образ вытесняет содержание n ячеек, и водитель допускает ошибки. Представленная модель демонстрирует механизмы памяти, определяет условия управления информацией и зависит от индивидуальных способностей водителя.

Основная цель настоящей работы внедрение в систему подготовки водителей автомобильного транспорта, цифровых и информационных технологий, которые ориентирована на формирование профессиональных качеств, необходимых для обеспечения безопасности дорожного движения.

Материалы и методы исследования

Вероятность абсолютной потери i образа при последовательном приеме информации в условиях взаимодействия в транспортном потоке определяется выражением (1) и является сложной задачей, которая требует учета множества факторов, оказывающих влияние на механизм восприятия информации [6].

$$P_{in} = P_i Q_n t, \quad (1)$$

где P_i – вероятность потери i сигнала;
 $Q_n(t)$ – вероятность потери вытесненного кодированного образа.

При увеличении плотности транспортного потока и увеличении количества взаимодействий между компонентами возникает риск потери информации, который может привести к потере информации (или ДТП) [5–7].

В условиях интенсивного транспортного потока вероятность правильного анализа дорожных ситуаций снижается из-за ограниченного объема информации, т.к. в процессе взаимодействия возникают промежуточные задачи и вероятность забывания возрастает. Процесс повторения выполняемых действия, связанных с управлением транспортным средством, носит двухэтапный характер первоначально происходит восстановление кодированного образа, затем

принимается решение к действию в результате происходит перенос информации из оперативной в долговременную память и определяется выражением (2)

$$T = t_i + Nt_n, \quad (2)$$

где t_i —время принятия решения;

N — число сравнений из образов памяти;

t_n — время сравнения сформированного образа с образом кратковременной памяти.

Процесс анализа поступающей информации позволяет водителю решать задачи, связанные с выбором стратегии безопасного управления транспортным средством («безопасная транспортная модель»), определить структуру и количество сигналов, правильно определить объем поступающей информации, требующей запоминания. Умение анализировать информацию в соответствии с принципами восприятия способствуют избежать перегрузки памяти и улучшает реакцию на потенциально опасные ситуации на дороге [8].

Объем хранения информации, как характеристика оперативной памяти, непосредственно связана с способностью к быстрому исключению, забыванию данных, которые не применяются в дальнейшем. Процесс забывания позволяет минимизировать ошибки, возникающие из-за использования устаревшей информации, тем самым освобождая место для хранения новых знаний и фактов [9]. Показатель оперативной памяти, а также воспроизведение долговременной информации в случае аварийных ситуаций, зависит от продолжительности сигнала находящегося в поле видимости.

Информация, поступающая в долговременную память с течением времени по мнению Г. Эббинаузера забывается, происходит уменьшение со 100% до 35%. В реальных дорожных условиях забывание зависит от степени осмысления информации, характера фундаментальных знаний, индивидуальных особенностей водителей и ограничен общим количеством ДТС [10].

Процесс принятия решения водителем связан с восприятием транспортного потока и зависит от общего числа сигналов, появившихся в поле видимости независимо от их информационного содержания.

На базе учебного центра г. Курск осуществлялась подготовка кандидатов водителей категории «В». В эксперименте принимали участие 25 респондентов в результате наблюдения было установлено, что для безопасной деятельности кандидатами в водители существенное значение представляет готовность к работе «профессиональное напряжение», которое сопровождается стрессовым состоянием. Согласно представленным в работах Г. Селье стресс является механизмом физиологической адаптации, который сопровождается ростом биоэлектрической активации мозга, повышении частоты сердцебиения, давления, энергетических возможностей организма. При этом стресс является защитной реакцией организма, содействует трудовой деятельности в условиях помех, дефицита времени, опасностей, т.е. стресс проявляется в виде адаптации к дорожным условиям.

Полученные результаты в работе [7] определяют нормальную загрузку водителей по восприятию дорожной инфраструктуры на уровне, не превышающем 60% максимальной возможной. Для повышения эффективности и надежности работы системы «В(К)АДС» и снизить «дистресс» у кандидата в водители на этапе подготовке в учебном центре учебные автомобили оборудованы навигационными системами голосового оповещения об опасности при движении в транспортном потоке (рис. 2).

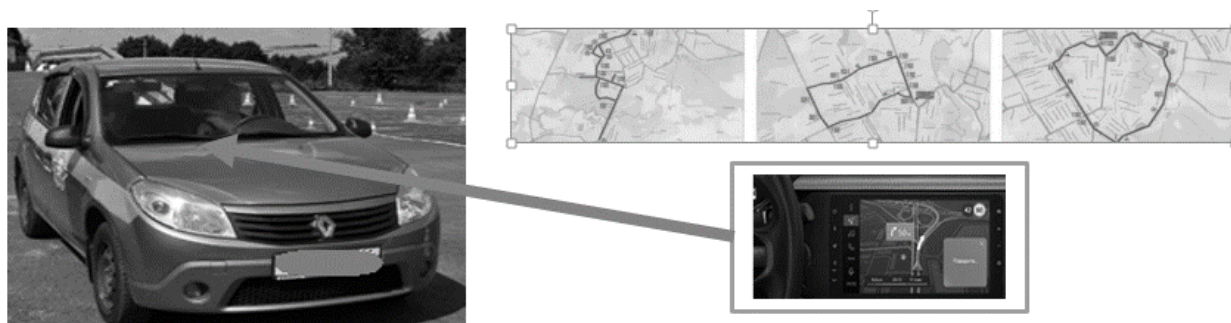


Рисунок 2 – Навигационная система в учебном автомобиле

Результатом экспериментальной работы по подготовки водителей категории «В» на основе внедрения навигационных систем в учебные автомобили, которые способствуют осознанному восприятию информации в условиях дорожного движения в 2024 году экзамен с первого раза сдали кандидаты в водители, которые проходили подготовку с техническими средствами обучения 58%, по отношению с контрольной группой, где процент сдачи составил 32% соответственно.

Профессиональная подготовка водительских кадров должна обеспечивать безопасность взаимодействия в транспортном потоке с другими участниками, при этом курсант должен быть защищен от перенапряжения своих психофизиологических возможностей (адаптация транспортных средств), а также путем формирования в ходе профессиональной деятельности адаптационных возможностей человека за счет создания стресса без «дистресса».

Список литературы

1. Транспортная стратегия РФ. URL: <https://www.mintrans.ru/documents/3/1009> (дата обращения 05.10.2024)
2. Агеев, Е.В., Новиков А.Н., Виноградов Е.С. Профессиональная подготовка водительских кадров различных категорий и подкатегорий. Курск: ЗАО Университетская книга, 2024. 184 с.
3. Трофименко, Ю.В., Григорьева Т.Ю., Шашкина Е.В. Транспортная интеллектуальная система и надежность водителя // Автотранспортное предприятие. 2010. № 10. С.16-19.
4. Ageev E., Vinogradov E., Novikov A. Methodology for determining the professional qualities of motor vehicle drivers // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. 971 (5). pp. 052078.
5. Терехова Н.Ю. Инновационная техническая поддержка сложного образовательного продукта // Профессиональное образование и общество. 2016. № 2 (18). С. 129-132.

6. Агеев Е.В., Новиков А.Н., Виноградов Е.С. Модель восприятия дорожной ситуации на первоначальном этапе подготовки // Мир транспорта и технологических машин. 2021. № 2(73). С. 99-105.

7. Петров В.Е., Кокурин А.В. Личностный опросник оценки надежности водителя // Психометрическое исследование. Вопросы психологии экстремальных ситуаций, № 1, 2016. С. 33-43.

8. Бариеников Е. М. Влияние психофизиологического состояния водителя и его действие при развитии критической ситуации дорожного движения // Экстремальная деятельность человека. 2021. № 1(59). С. 40-44.

9. Романов А.Н., Пегин П.А. Надёжность водителя. Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2006. 376 с.

10. Пупков К. А. Исследование и оценка степени влияния водителя на качество управления в системе водитель-автомобиль-дорога // Актуальные исследования. 2020. № 10-1(13). С. 51-58.

References

1. Transport strategy of the Russian Federation. URL: <https://www.mintrans.ru/documents/3/1009> (accessed 05.10.2024).

2. Ageev E.V., Novikov A.N., Vinogradov E.S. Professional training of managerial personnel of various categories and subcategories Kursk: ZAO Universitetskaya kniga, 2024. 184 p.

3. Trofimenko Yu.V., Grigorieva T.Yu., Shashkina E.V. Transport intellectual system and driver reliability //A motor transport company. 2010. No.10. pp. 16-19.

4. Ageev E., Vinogradov E., Novikov A. Methodology for determining the professional qualities of motor vehicle drivers // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. 971 (5). pp. 052078.

5. Terekhova N.Yu. Innovative technical support for a complex educational product // Vocational education and society. 2016. No. 2 (18). pp. 129-132.

6. Ageev E.V. Novikov A.N., Vinogradov E.S. The model of perception of the traffic situation at the initial stage of preparation // The world of transport and technological machines. 2021. No. 2(73). pp. 99-105.

7. Petrov V.E., Kokurin A.V. Personal questionnaire for assessing driver reliability // Psychometric research. Questions of psychology of extreme situations, No. 1, 2016. pp. 33-43.

8. Barienikov E. M. The influence of the psychophysiological state of the driver and his actions in the development of a critical traffic situation // Extreme human activity. 2021. No. 1(59). pp. 40-44.

9. Romanov A.N., Pegin P.A. Driver reliability. Khabarovsk: Publishing House of TOGU, 2006. 376 p.

10. Pupkov K. A. Research and assessment of the degree of influence of the driver on the quality of management in the driver-car-road system // Actual research. 2020. No. 10-1(13). pp. 51-58.

Бусарин Э.Н.

канд. техн. наук, доцент кафедры организации перевозок и безопасности движения, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Busarin E.N.

Ph.D. of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Transportation and Traffic Safety, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

Кораблев Р.А.

канд. с.-х. наук, доцент кафедры организации перевозок и безопасности движения, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Korablev R.A.

Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Transportation and Traffic Safety, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

Струков Ю.В.

канд. техн. наук, доцент кафедры организации перевозок и безопасности движения, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Strukov Yu.V.

Ph.D of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Transportation and Traffic Safety, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

Белокуров В.П.

д-р техн. наук, профессор кафедры организации перевозок и безопасности движения, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Belokurov V.P.

Dr. tech. Sciences, Professor of the Department of Transportation Organization and Traffic Safety, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИТУАЦИИ И РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ

ANALYSIS OF THE EXISTING SITUATION AND DEVELOPMENT OF PROPOSALS FOR THE ORGANIZATION AND SAFETY OF TRAFFIC OF INDIVIDUAL MOBILITY

Аннотация. Рассмотрены общие вопросы по обеспечению безопасности движения средств индивидуальной мобильности (СИМ). Приведены статистические данные о происшествиях с участием СИМ. Проведен анализ эксплуатации и применения, законодательных мер в сфере обеспечения безопасности передвижения СИМ. Разработаны предложения по повышению безопасности дорожного движения при эксплуатации СИМ.

Ключевые слова: средство индивидуальной мобильности, улично-дорожная сеть.

Abstract. The general issues of ensuring the safety of movement of means of individual mobility (SIM) are considered. Statistical data on incidents involving SIM are provided. The analysis of the operation and application of legislative measures in the field of ensuring the safety of movement of SIM is carried out. Proposals have been developed to improve road safety during the operation of the SIM.

Keywords: means of individual mobility, street and road network.

Развитие средств индивидуальной мобильности «СИМ» имеет большую историю развития и совершенствования их конструкции, с целью обеспечения удобства, легкости и компактности. Однако, следует отметить, что широкое распространение данных типов транспортных средств (ТС) на улично-дорожной сети (УДС) городов и прилегающих территориях произошло в 2020 году. К этим типам ТС относятся электросамокаты, моноколеса, гироскутеры, сегвеи и прочие СИМ

способные развивать достаточно высокие скорости передвижения, имеющие большой выбор, разную ценовую стоимость приобретения, простоту и экономичность в процессе эксплуатации.

Однако, одновременно с ростом популярности СИМ, как среди населения, так и компаний, организующих аренду «Кикшеринг», (которые с каждым годом увеличивают количество единиц транспорта и совершенствуют представленные модели) возникла необходимость повышении безопасности движения СИМ и принятия дополнительных мер для регулирования. Одним из важных показателей отражающим необходимость в проведении работы по безопасности движения является статистика происшествий с участниками СИМ. К сожалению, с ростом популярности этого вида транспорта существенно возросло количество происшествий и как следствие количество погибших и раненых.

Поэтому цель исследования в данной работе заключается в анализе текущего состояния безопасности передвижения СИМ и разработки плана мероприятий для повышения уровня безопасности. В настоящее время в нормативно правовую базу внесено много изменений регламентирующих организацию движения СИМ [1]. На рис. 1 представлена структурная схема основных нормативно правовых документов в области обеспечения безопасности движения.

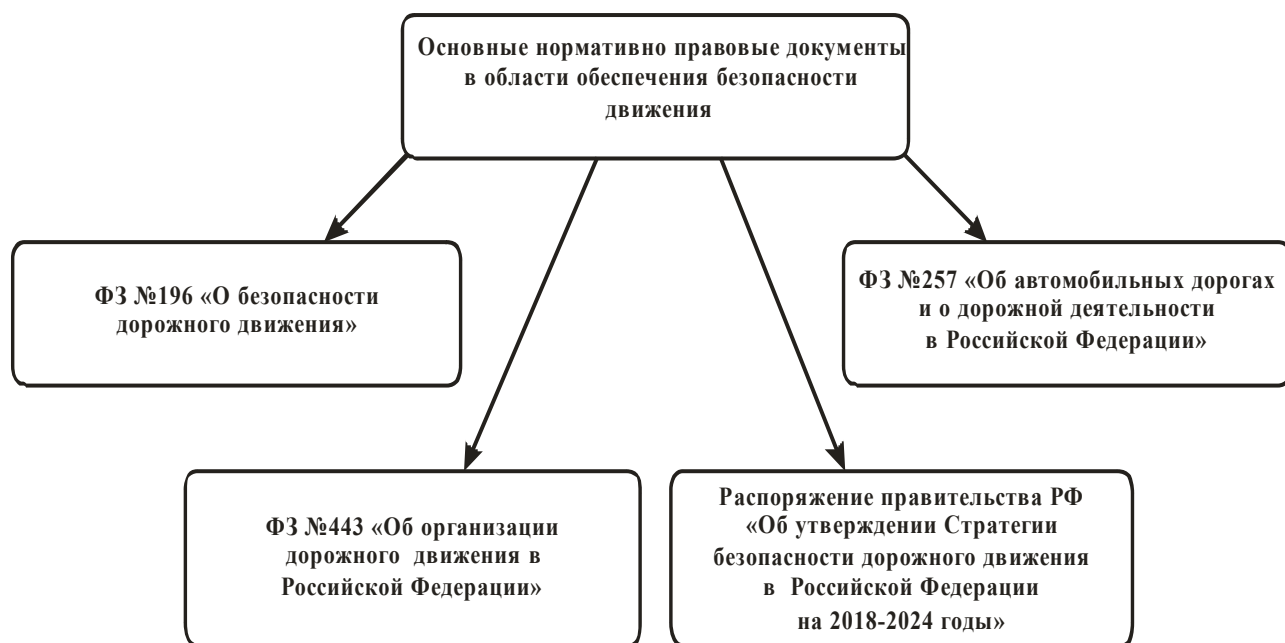


Рисунок 1 – Основные нормативно правовые документы в области обеспечения безопасности движения

Национальный проект «Безопасные и качественные автомобильные дороги» и входящий в него Федеральный проект «Безопасность дорожного движения», стартовавший в 2019 году, имеют большое значение для достижения целей обеспечения безопасности на дорогах. Ключевыми показателями этого проекта являются повышения уровня безопасности и снижение количества происшествий до нулевого уровня.

Количество происшествий с участием СИМ согласно, статистики ДТП по данным МВД имеет значительный рост и связан, прежде всего, с растущим

спросом на использование СИМ. Проведя качественный анализ ДТП с СИМ следует отметить, что 78,8 % происшествий с СИМ квалифицировались как наезд на пешехода. Так же чаще всего происшествия с СИМ происходили:

- на выезде с прилегающих территорий и перекрестках (31% ДТП);
- пешеходных переходах (32%).

Следует отметить, что основной причиной всех происшествий является невнимательность и неправильный выбор безопасной скорости передвижения водителями СИМ.

С момента активного использования СИМ и по настоящее время проведена большая работа по обеспечению безопасности движения, которая направлена на изменение нормативно правовой базы, внедрение новых терминов, правил и подходов позволяющих обеспечить безопасность. В 2023 году в ПДД введено определение средств индивидуальной мобильности «СИМ», определено ограничение максимальной скорости передвижения, установлены возрастные ограничения и места передвижения. Согласно ПДД дети от 7 до 14 лет могут передвигаться по тротуарам, велосипедным и пешеходным дорожкам, пешеходным зонам, а дети младше 7 лет передвигаются только в сопровождении взрослых. Введены ограничения по массе СИМ. Передвижение по пешеходным зонам и тротуарам, СИМ массой до 35 кг возможно, если нельзя использовать велосипедную дорожку при сопровождении ребенка младше 14 лет. Введены требования к техническому состоянию: тормоза, звуковой сигнал, белые фары, и светоотражающие элементы. Введены запреты на перевозку грузов, мешающих управлению, осуществлению маневров в неподходящих условиях, пересечению проезжей части дороги не спешиваясь и управлению электросамокатом одной рукой. Движение СИМ разрешается по дорогам, где скорость движения ограничена 60 км/ч.

В тоже время Министерство транспорта работает над проектом создания геозоны – информационной системы, которая разделяет объекты местности на улицы, дороги, населенные пункты, общественные территории, особо охраняемые зоны и так далее. Эта система интегрирована с государственной автоматизированной системой «ЭРА-ГЛОНАСС», что позволяет контролировать скорость движения СИМ.

Сервисные центры по прокату СИМ также следят за соблюдением ПДД пользователями. Для этого они используют трекеры и телеметрические данные с устройства. Которые контролируют скорость движения в разных зонах с помощью принудительного воздействия на устройство, вплоть до ограничения скорости до 0 км/ч где движение запрещено. Для соблюдения ПДД и выявления нарушителей используют систему видеонаблюдения.

Соблюдение скоростного режима движения участниками, является основополагающим фактором обеспечения безопасности передвижения СИМ. Так согласно, статистики распределения происшествий с СИМ принадлежавшим физическим лицам и кикшеринга, произошло соответственно 52 % и 47 % про-

исшествий. Это говорит о недостаточной дисциплине соблюдения, а порой и не знания, основ ПДД участниками движения.

В связи с этим и руководствуясь целями, обозначенными в федеральном проекте «Безопасность дорожного движения» необходимо применение дополнительных мер направленных на повышение безопасности движения при эксплуатации СИМ. Мероприятия по повышению безопасности движения СИМ представлены на рис. 2.

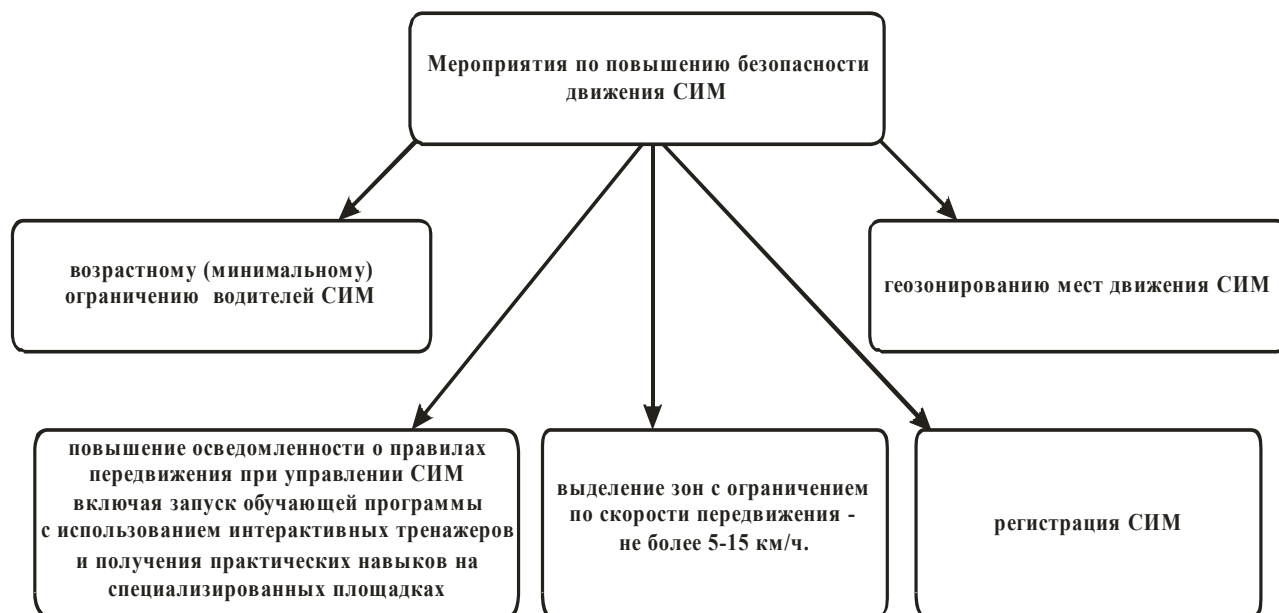


Рисунок 2 – Мероприятия по повышению безопасности движения СИМ

В результате анализа основных нормативно правовых документов по безопасности дорожного движения и методов обеспечения безопасности, были определены дополнительные мероприятия, направленные на повышение уровня безопасности при использовании СИМ. Таким образом, разработка и применение предложенных мер позволит повысить культуру вождения и безопасность дорожного движения с участием водителей СИМ.

Список литературы

1. Митрошин Д.В., Баканов К.С., Исаев М.М. Перспективы правового и технического регулирования использования средств индивидуальной мобильности // Безопасность дорожного движения. 2024. №1. С. 11-30. EDN BYWPLX.

References

1. Mitroshin D.V., Bakanov K.S., Isaev M.M. Prospects of legal and technical regulation of the use of means of individual mobility // Safety of road traffic. 2024. No. 1. pp. 11-30. EDN BYWPLX.

Дорохин С.В.

д-р. техн. наук, профессор, декан автомобильного факультета, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Глушанков А.Р.

аспирант ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Тертерашвили Д.Г.

аспирант ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Dorokhin S.V.

Dr. Sci. Tech., professor, Dean of the Automotive Faculty, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

Glushankov A.R.

graduate student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

Terterashvili D.G.

graduate student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТИПА

ENSURING ROAD TRAFFIC SAFETY THROUGH THE USE OF AUTOMATED VIDEO SURVEILLANCE SYSTEMS

Аннотация. Статья посвящена анализу направлений обеспечения безопасности дорожного движения при применении систем видеонаблюдения, являющихся автоматизированными. Представлена характеристика возможностей использования соответствующих систем для того, чтобы выявлять административные правонарушения, осуществлять их фиксацию.

Ключевые слова: средства транспорта, системы видеонаблюдения автоматизированного типа, дорожно-патрульная служба, дорожные средства, средства, обеспечивающие автоматическую фиксацию, специальные технические средства.

Abstract. The purpose of this article is to analyze the directions of ensuring road safety using automated video surveillance systems. The characteristics of the possibilities of using the corresponding systems for the purpose of identifying administrative offenses and recording them are presented.

Keywords: transport vehicles, automated video surveillance systems, road patrol service, road vehicles, means of automatic recording, special technical means.

Темпы увеличения автопарка в Российской Федерации являются весьма значительными. Дорожная инфраструктура также развивается достаточно активно. В силу указанных обстоятельств система ГИБДД решает все более масштабные задачи в сфере обеспечения безопасности дорожного движения. В числе принципиальных основ осуществляемой полицией Российской Федерации деятельности, согласно ст. 11 регламентирующего статус и деятельность полиции Федерального закона, выделяется требование применения в процессе документирования связанных с административными правонарушениями обстоятельств современных информационных систем, технологических решений, научно-технических достижений [1].

По мере того, как внедряются системы видеонаблюдения, функционирующие в автоматизированном режиме, возрастает аккуратность, внимательность, дисциплинированность участвующих в дорожном движении субъектов. Позитивные эффекты от применения видеонаблюдения на дорожных участках, на которых существует потребность в том, чтобы контролировать движение в непрерывном режиме, связаны с устранением коррупционных проявлений и сокращением нагрузки на сотрудников ДПС. Число функционирующих ежедневно на автодорогах камер, обеспечивающих видео- и фотофиксацию, превышает двадцать четыре тысячи. Применение данных камер обеспечивает фиксацию значительного числа разнообразных нарушений правил, регулирующих стоянку средств транспорта, их остановку, проезд перекрестков, скоростной режим и др.

Для того, чтобы в городах движение являлось безопасным и оперативным, необходимо реализовывать различные организационные и архитектурно-планировочные меры.

В первом случае речь идет о мерах, которые позволяют обеспечить порядок движения на улично-дорожной сети, которая уже имеется. Осуществление подобных мероприятий является более успешным в случае, если при управлении движением в районах городов, городах в целом используются технические средства – телевидение, компьютерные устройства, диспетчерская связь, телемеханика, автоматика и др.

Во втором случае мероприятия ориентированы на то, чтобы реконструировать имеющиеся и создавать новые объездные дороги, позволяющие отводить транспорт, следующий через города транзитом, улицы, пешеходные переходы над- и подземного расположения, транспортные развязки, являющиеся многоуровневыми, и др. Реализация подобных мероприятий связана с существенными затратами [2, 3].

В государствах, являющихся развитыми, активно внедряются АСУД – обеспечивающие управление дорожным движением автоматизированные системы.

Принципиальные основы функционирования указанных систем состоят в следующем. Телекамеры и детекторы собирают относящиеся к транспортным потокам данные. Центр управления интегрирует соответствующие данные, и исходя из получаемых результатов управляет функционированием светофоров. Также посредством системы возможна передача частным пользователям и различным службам на мобильные устройства сведений в отношении пробок, заторов, ДТП и иных подобных событий, размещение данных сведений на информационном табло. Исследование накопленного в иностранных государствах опыта позволяет отметить следующее – за счет внедрения АСУД пропускная способность транспортной сети может увеличиться на 20 процентов в отсутствие необходимости создавать дополнительные дороги.

Необходимо особо обратить внимание на значимость оперативного выявления дорожно-транспортных происшествий. Число ДТП с получением тяжких травм пострадавшими возрастает, о чем свидетельствует анализ специфики, характерной для современного травматизма на дорогах.

В числе обуславливающих значительную смертность при подобных происшествиях причин – недостаточная эффективность и недостаточная оперативность выявления происшествий, предоставления пострадавшим необходимой помощи. В сопоставлении с прочими происшествиями смертность пострадавших, инвалидизация выше в 12 и 6 раз соответственно, при этом пострадавшие от ДТП в сопоставлении с пострадавшими от прочих происшествий в 7 раз чаще нуждаются в помещении в медучреждения.

Значительное число ДТП совершается на конкретных участках транспортной сети, и данное обстоятельство представляет собой специфическую черту аварийности. Согласно полученным в ряде государств данным, на участках транспортной сети, составляющих по протяженности не более десятой части от протяженности данной сети в целом, происходит 40 процентов ДТП. Соответственно, размещение систем распознавания подобных происшествий в автоматическом режиме лишь на 10 процентах дорожной сети позволит оперативно реагировать на 40 процентов происшествий.

Наряду с выявлением ДТП, оценкой присущих потокам транспорта параметров АСУД позволяют контролировать совершаемые участниками дорожного движения действия. Соответствующее направление, как представляется, является одним из ведущих среди направлений развития АСУД. Потребность в его развитии определяется тем, что реагирование ГИБДД на грубые нарушения ПДД ужесточается в силу того, что обстановка на дорогах в условиях, когда движение является весьма интенсивным, при совершении подобных нарушений резко осложняется.

Соответственно, для того чтобы развивать АСУД, необходимо развивать технологические и технические решения, обеспечивающие возможность регистрировать, распознавать, отслеживать различные ситуации:

- выявлять грубые нарушения ПДД, распознавать регистрационный номер автомашины, наводя камеры на автомашину в автоматическом режиме. Подобные нарушения связаны с обгонами на железнодорожных переездах, перекрестках, нарушением скоростного режима, выездом на запрещенные участки транспорта, являющегося крупногабаритным, разворота там, где данный маневр недопустим, выезда на встречную полосу и др. В подобных ситуациях АСУД распознает регистрационный номер, фиксирует нарушение правил, сохраняет результаты видеофиксации нарушения;

- выявлять ДТП, пробки, заторы. Позитивным эффектом выявления подобных событий в автоматическом режиме будет являться в т.ч. высокая оперативность предоставления пострадавшим медпомощи при ДТП;

- выявлять присущие потокам транспорта параметры. Сведения в отношении подобных параметров позволяют управлять посредством светофоров дорожным движением с учетом особенностей дорожной ситуации [1,3].

Соответствующие светофоры функционируют в рамках единой сети, при этом сведения в отношении их функционирования обобщаются в центре, управляющем работой АСУД.

Характеристики функционирования определяются в ручном режиме. Определяются параметры режимов функционирования светофоров исходя из

того, как меняются присущие потокам транспорта характеристики в сезонном, недельном и суточном разрезе.

Сведения в отношении текущих режимов функционирования светофоров, состояния, в котором находятся светофоры (исправная работа или наличие неисправностей) поступают к операторам АСУД. При этом операторы имеют возможность отдавать команды для изменения режимов, или же режимы могут меняться автоматически.

Подобный подход к организации системы сопряжен с определенными проблемами, связанными с отсутствием у операторов центра управления и сведений в отношении фактически складывающейся на перекрестках ситуации.

Существуют определенные особенности, присущие такому объекту управления, как транспортный поток. Данный поток находится под воздействием множества факторов случайного характера. На него влияют состояние дорожного покрытия, дорожные работы, видимость, погодные условия, ДТП и др. В результате светофоры функционируют в режимах, которые не соотносятся с фактической ситуацией на перекрестках. Следствием является возникновение пробок. Появление на том или ином перекрестке затора в ситуации, когда движение характеризуется повышенной интенсивностью, ведет к тому, что заторы охватывают дорожную сеть в целом.

Соответственно, неуместным является само понятие управления движением в автоматизированном режиме, поскольку операторы не имеют сведений в отношении фактически складывающихся на перекрестках условий, т.к. обратная связь отсутствует. Управление в системе должно осуществляться в отношении транспортного потока. Светофорная сигнализация при этом должна выступать в качестве позволяющих влиять на управляемых объект механизма. Практическая реализация автоматизированного получения относящихся к потокам транспорта сведений не обеспечена несмотря на то, что технические и технологические сложности в ее организации отсутствуют. В Российской Федерации не используются применяемые в иностранных государствах детекторы транспортного потока. Причины связаны со сравнительно высокой стоимостью детекторов, действующих на основе микроволн и видеодетекторов, с присущими отечественному дорожному строительству особенностями, со сложными условиями климата в стране [1, 2].

Существует обоснованное мнение, согласно которому роль в АСУД видеонаблюдения будет возрастать. Существуют позитивные аспекты применения видеонаблюдения в сопоставлении с прочими подходами к оценке присутствующих транспортным потокам параметров. Видеонаблюдение осуществляется посредством размещаемых рядом с различными участками дорог телекамер. Далее получаемые изображения обрабатываются на основе применения компьютерных устройств.

Изображение в видеоформате представляет собой источник информации, соответствующий восприятию человека в наибольшей мере.

Автомашины в качестве объектов мониторинга характеризуется тем, что их движение является более прогнозируемым и менее сложным, поскольку направление и сфера их передвижения может быть определена предварительно

достаточно точно. В случае, если камера размещена верно, все автомашины на дороге находятся в поле наблюдения. В результате качество функционирования системы наблюдения возрастает, а организация отслеживания движения является менее сложной. Сведения в отношении особенностей движения средств транспорта являются весьма значимыми для различных получателей соответствующей информации.

Системы видеонаблюдения за транспортными средствами могут сообщать о скорости транспортных потоков, пробках на дорогах, ДТП и особо опасном либо запрещенном поведении транспортных средств. Сведения о пробках на дорогах будут полезны как для простых граждан, которые выбирают предполагаемый маршрут поездки, так и для государственных регулирующих служб – им это поможет принимать решения об удалении машин, блокирующих движение и т.д. Сообщения о ДТП станут автоматически передаваться в спасательные и аварийные (технические) службы. Если система анализа видеоизображения дополнена модулем считывания номерных знаков машин, то данные, получаемые системой, могут использоваться для привлечения нарушителей к ответственности.

Именно поэтому компания ITV уделяет особое внимание созданию специализированных модулей анализа видеоизображения, ориентированных на использование в составе перспективных систем управления и контроля дорожного движения. Такие модули могут решать следующие задачи:

- обнаружение автомобиля на динамическом изображении (последовательности кадров);
- распознавание класса и габаритов обнаруженного автомобиля (мотоцикл / легковой автомобиль / грузовик или автобус);
- определение координат обнаруженного автомобиля;
- определение скорости обнаруженного автомобиля;
- определение события «остановка автомобиля в зоне наблюдения»;
- определение события «начало движения автомобиля в зоне наблюдения»;
- обнаружение автомобиля на статическом изображении (отдельном кадре);
- сопровождение движущихся автомобилей при их переходе из зоны наблюдения одной телекамеры в зону наблюдения другой телекамеры (при условии, что зоны наблюдения телекамер пересекаются, а переход совершен в зоне пересечения);
- согласованная работа обзорной телекамеры, дающей общий вид определенного участка, и PTZ-телекамеры, которая может наводиться на отдельный объект для распознавания государственного регистрационного номера.

Разработка обеспечивающих мониторинг систем, у которых имеются потребительские характеристики, обладающие принципиальной новизной, может быть обеспечена за счет решения задач, связанных с совершенствованием при-

меняемых при анализе изображений алгоритмов, увеличением оперативности функционирования вычислительных средств, повышением качественного уровня камер [3].

Резюмируя, требуется указать на возможность сокращать дорожно-транспортную аварийность за счет применения при обеспечении безопасности дорожного движения систем видеонаблюдения автоматизированного типа. Указанные системы позволяют фиксировать нарушения правил дорожного движения, контролировать транспортные средства, осуществлять их идентификацию как в дневное, так и в ночное время. Также их наличие, функционирование позитивно влияет на водителей средств транспорта в психологическом отношении. Сегодня в Российской Федерации применяются системы видеонаблюдения, не уступающие системам, применяемым в наиболее развитых государствах. Анализ последствий применения в России обеспечивающих видеофиксацию систем позволяет отметить позитивные изменения в сфере управления автотранспортной ситуацией.

Список литературы

1. Журавлева, Л.М. Снижение аварийных рисков с помощью систем интеллектуального видеонаблюдения / Л.М. Журавлёва, А.П. Богачёв, Н.В. Яцкивский // Мир транспорта. – 2017. – № 3. – С. 206-212.
2. Дингес Э.В., Серпик Е.А. Предпосылки и условия создания систем видеонаблюдения на автомобильных дорогах России // Дороги и мосты. 2012. № 28/2. С.202-209.
3. Дингес Э.В. Техничко-экономические особенности систем видеонаблюдений на дорожных сооружениях и постановка задачи оценки эффективности их создания и размещения / Э.В. Дингес, Е.А. Серпик // Техничко-экономические проблемы развития дорожного хозяйства: Сб. науч. трудов МАДИ. – М.: МАДИ, 2013. –С. 3-11.

References

1. Zhuravleva, L.M. Removal of emergency risks using an intelligent video surveillance system / L.M. Zhuravleva, A.P. Bogachev, N.V. Yatskivsky // The world of transport. – 2017. – No. 3. – pp. 206-212.
2. Dinges E.V., Serpik E.A. Prerequisites and conditions for the creation of a video surveillance system on Russian highways // Roads and bridges. 2012. No. 28/2. pp.202-209.
3. Dinges E.V. Technical and economic features of a video surveillance system based on computer interactions and setting the task of evaluating the effectiveness of their creation and distribution / E.V. Dinges, E.A. Serpik // Technical and economic problems of the development of the road economy: Collection of scientific works. – М.: Mama, 2013. – pp. 3-11.

Дорохин С.В.

д-р. техн. наук, профессор, декан автомобильного факультета, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Dorokhin S.V.

Dr. Sci. Tech., professor, Dean of the Automotive Faculty, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

Лазарев Д.А.

канд. техн. наук, доцент кафедры эксплуатации и организации движения автотранспорта, ТТИ БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, РФ

Lazarev D.A.

Ph.D., Associate Professor of the Department of operation and organization of traffic, TTI BSTU named after V.G. Shukhov, Belgorod, Russian Federation

Гринякин Р.В.

аспирант кафедры техники и технологии наземного транспорта, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Grinyakin R.V.

postgraduate student of the department machinery and technology ground transport, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

Стрекалов Д.П.

аспирант кафедры эксплуатации и организации движения автотранспорта, ТТИ БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, РФ

Strekalov D.P.

postgraduate student of the Department of operation and organization of traffic, TTI BSTU named after V.G. Shukhov, Belgorod, Russian Federation

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ЭКСПЕРТИЗЕ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

USE OF INFORMATION TECHNOLOGY IN THE EXAMINATION OF ROAD ACCIDENTS

Аннотация. Данная работа посвящена использованию цифровых технологий и некоторых программных комплексов при производстве дорожно-транспортных экспертиз при расследовании дорожно-транспортных происшествий (далее ДТП). Предложены программные комплексы, позволяющие упростить и автоматизировать работу эксперта.

Ключевые слова: цифровые технологии, дорожно-транспортное происшествие, расследование ДТП, механизм происшествия, программное обеспечение.

Abstract. This paper is devoted to the use of digital technologies and some software systems in the production of road traffic examinations in the investigation of road accidents (hereinafter referred to as accidents). Software complexes have been proposed to simplify and automate the work of an expert.

Keywords: digital technologies, road traffic accident, accident investigation, accident mechanism, software.

В настоящее время очень активно развивается сфера IT-индустрии и цифровые технологии все чаще внедряются в нашу жизнь. Автоматизация и цифровизация процессов жизнедеятельности облегчают задачи, выполняемые человеком при обеспечении выполнения данных процессов. Это не обошло стороной и транспортную сферу, в том числе и процесс расследования дорожно-транспортных происшествий. С целью выявления причинно-следственных связей эксперту приходится работать с огромным массивом следовой, визуальной информации, а также проводить большое количество физико-математических

расчетов, что делает процесс написания даже одного заключения эксперта весьма трудоемкой задачей. В том числе приходится восстанавливать некоторые исходные параметры самостоятельно, поскольку органы предварительного следствия не всегда фиксируют дорожно-транспортную обстановку на момент ДТП качественно и точно. Однако, в оптимизации и упрощения процесса ему на помощь может прийти современные цифровые методы и программное обеспечение [1].

Так, например, для определения параметров сближения двух транспортных средств или транспортного средства и пешехода, таких как скорость перемещения, время сближения или их траектории, при наличии видеозаписи, на которой отображен момент дорожно-транспортного происшествия, возможно использование программы ВОКОРД. Видеоцифра или новая его версия ВОКОРД. Видеоэксперт, которое предназначено для обработки цифровых статических изображений и видеозаписей с целью повышения качества изображений, выявления монтажа и подделок, распознавания лиц, а также кадрирования видеозаписей [3].

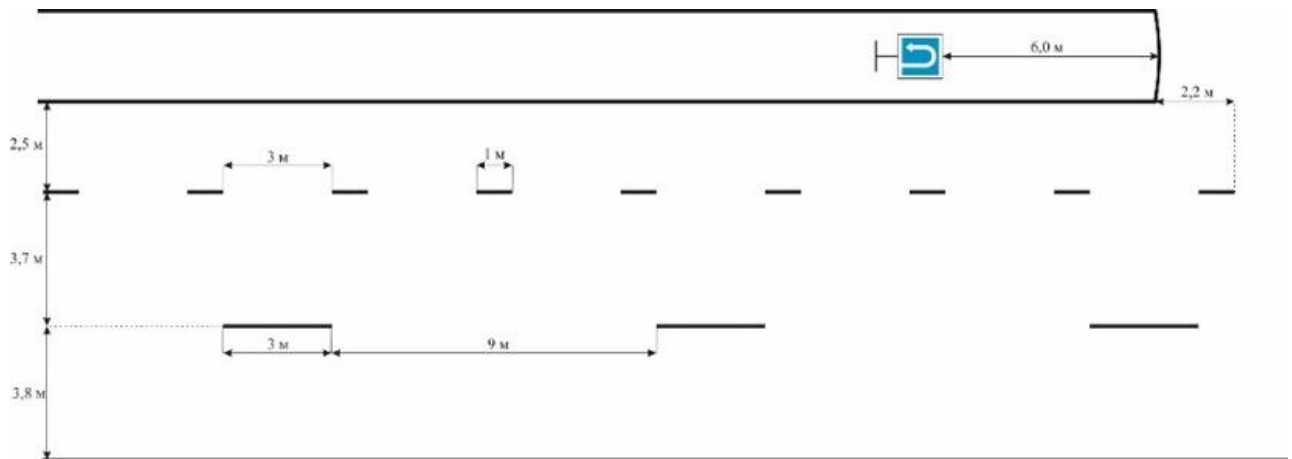
При автотехническом исследовании основными задачами, которые решает эксперт-автотехник являются определение скорости сближающихся участников ДТП, время движения объектов на стадии сближения и другие параметры, необходимые для всестороннего исследования. Для этого необходима установка мерных объектов и маркеров (например, фишек или линий разметки) [4].

В данном случае мерными объектами принято решение выбрать размерные ориентиры в виде конусов на проезжей части по ходу следования мотоцикла с определенным шагом, после чего видеозапись с той же камеры, что и на момент ДТП, с мерными ориентирами была извлечена для дальнейшего использования [2].

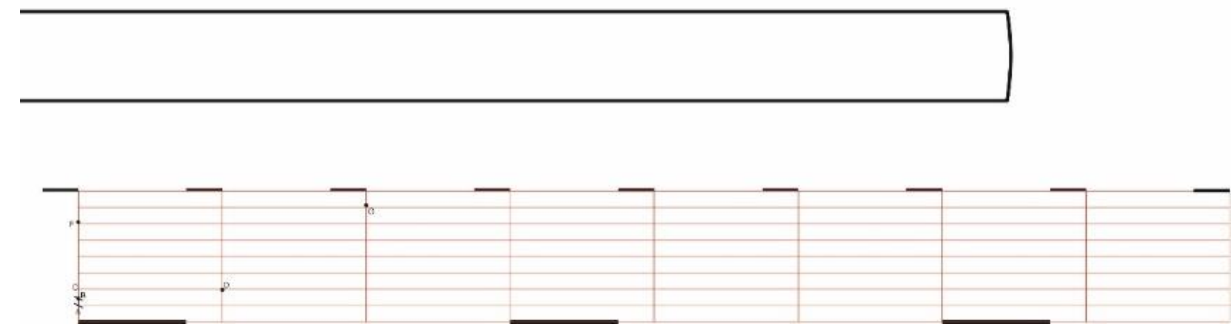
Далее определяется необходимые параметры перемещения объекта и расчет интересующих параметров (например, скорости объекта). Иные параметры перемещения объектов определяются по сходному алгоритму, однако, мерные маркеры могут отличаться. После этого два видеоизображения с определенными интересующими следствии моментами были совмещены между собой. Обязательным условием совмещения кадров является условие, что края кадра, неподвижные стационарные объекты окружения, границы проезжих частей должны коррелировать между собой [6].

Также специализированные программы, например, программный комплекс «Kinovea», которая позволяет осуществлять сравнение, анализ и отслеживание движения, измерение угла, а также обладает возможностью устанавливать метки, перспективные сетки и многое другое. Последняя функция наиболее интересная для экспертов. Данный программный комплекс позволяет восстанавливать следовую информацию на месте дорожно-транспортного происшествия, если таковая не была должным образом зафиксирована и отображена только на фотоснимках или видеофайлах [8]. При наличии мерных ориентиров, применяя принципы таких наук, как начертательная геометрия, фотограмметрия и базовая математика, можно восстанавливать любые следы на месте

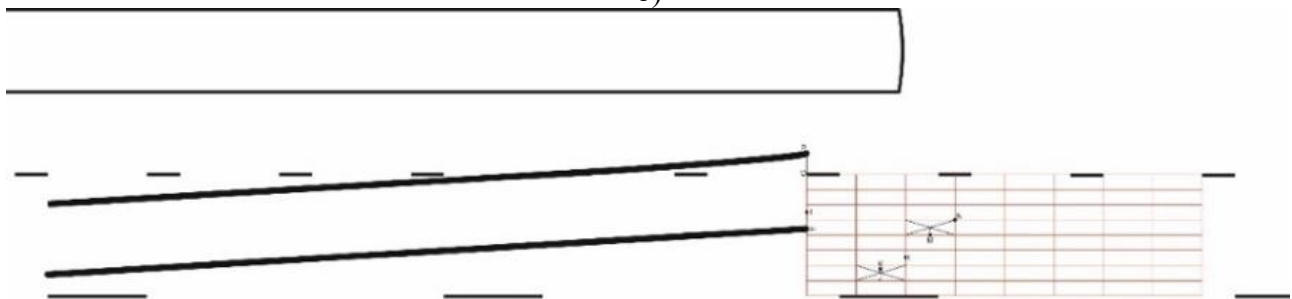
происшествия. Для этого избираются наиболее информативные в следовом плане фотоснимки [5].



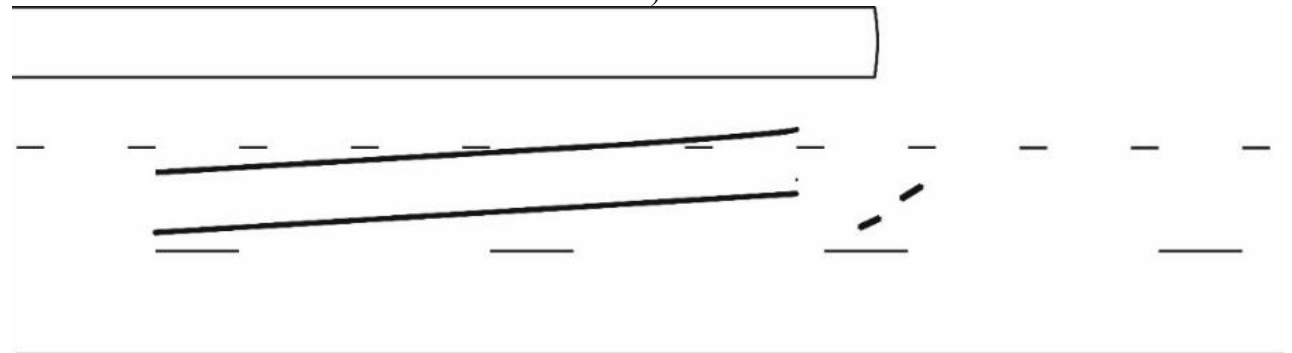
а)



б)



в)



г)

Рисунок 1 – Восстановление следовой информации в графическом редакторе

Далее данные фотоснимки необходимо импортировать в предлагаемую программу и с помощью функции (Perspective Grid) наложения перспективной сетки разметить ее сеткой, соединив длину ячеек на свое усмотрение для удобства расчета с длиной маркерных объектов (в данном случае элементы дорожной разметки – штрих и пробелы между ними), а по ширине – ориентируясь на известные размеры ширины полосы или дороги [9].

Полученные изображения обрабатываются в графическом редакторе «CorelDraw» с нанесением на них разметки красителем черного цвета и расстановкой маркеров расположения следов относительно сетки [10].

Далее указанные точки наносятся на чертеж и восстанавливаются следы (рис. 1 – поэтапно показан процесс восстановления от позиции 1а до позиции 1г).

Для решения расчетных прикладных задач был разработан и предложен к апробации программный продукт, позволяющий проводить расчеты различных сложных физико-математических процессов перемещения транспортных средств в автоматическом режиме. Данная программа скомпилирована на языке программирования «С++» и реализованная на базе Rad Studio 11 [7]. Был выбран оконный интерфейс для удобства работы с программой, который обеспечивает понятную и удобную навигацию [11].

Представленный на обозрение комплекс программного обеспечения (в том числе и созданное для решения иных прикладных задач) позволяет решать задачи экспертам-автотехникам при расследовании дорожно-транспортных происшествий, упрощая и ускоряя процесс исследования, а также увеличивает точность проведения дорожно-транспортной экспертизы при определении причинно-следственных связей [12].

Список литературы

1. Евтюков, С.А. Судебная автотехническая экспертиза дорожно-транспортных происшествий / С.А. Евтюков, В.А. Пучкин. ИД «Петрополис». – Санкт-Петербург, 2017. – 416 с.
2. Евтюков С. А. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий / С. А. Евтюков, Я. В. Васильев; под общ. ред. С. А. Евтюкова. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: ООО «Издательство ДНК», 2005. – 288 с.
3. Гунько, И.В. Метод определения скорости движения ТС по видеозаписи с использованием графического моделирования / И.В. Гунько, И.А. Новиков // Информационные технологии и инновации на транспорте : материалы 2-й Международной научно-практической конференции, Орел, 17–18 мая 2016 года / под общ. ред. А.Н. Новикова. – Орел: Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, 2016. – с. 393.
4. Экспертная практика. Выпуск № 74 (Методические рекомендации). Определение скоростных параметров движения объекта по видеозаписям, полученным с использованием камер видеонаблюдения и видеорегистраторов: П.И. Вашко, А.В. Самохвалов, под ред. Е.А. Китайгородского. – М.: ЭКЦ МВД России, 2013. – 120 с.
5. Лобанов, А. Н. Фотограмметрия: Учебник для ВУЗов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1984, 552 с.
6. Экспертная практика. Выпуск №72 (Методические рекомендации). Применение графических редакторов при проведении транспортно-трассологических исследований (на примере программы «CorelDRAW»): Д.В. Звягин, под ред. Е.А. Китайгородского. – М.: ЭКЦ МВД России, 2012. – 120 с.

7. Пахомов, Борис C/C++ и Borland C++ Builder для начинающих / Борис Пахомов. – М.: БХВ-Петербург, 2006. – 630 с.
8. Пахомов, Борис Самоучитель C/C++ и C++ Builder 2007 (+ DVDROM) / Борис Пахомов. – М.: БХВ-Петербург, 2008. – 672 с.
9. Судебная автотехническая экспертиза, ч. 2 / под ред. В.А. Иларионова. – М.: ВНИИСЭ, 1980. 230 с.
10. Судебная дорожно-транспортная экспертиза. Экспертное исследование столкновений транспортных средств, следовавших в попутных направлениях / Ю.Б. Суворов, А.С. Косолапов. – М.: МАДИ, 2003. 208 с.
11. Пучкин В.А. Основы экспертного анализа дорожно-транспортных происшествий: База данных. Экспертная практика. Методы решения. – Ростов-на-Дону: ИПО ПИ ЮФУ, 2010. 400 с.
12. Применение в экспертной практике параметров торможения автотранспортных средств. РФЦСЭ, М., 1995. 15 с.

References

1. Yevtyukov, S.A. Forensic automotive technical expertise of road accidents / S.A. Yevtyukov, V.A. Puchkin // Publishing House "Petropolis". – St. Petersburg, 2017. – 416 p.
2. Yevtyukov S.A. Investigation and examination of road accidents / S. A. Yevtyukov, Ya. V. Vasiliev; under the general editorship of S. A. Yevtyukov. – 2nd ed., stereotype. – St. Petersburg: DNA Publishing House LLC, 2005. – 288 p.
3. Gunko, I.V. Method of determining the speed of a vehicle by video recording using graphical modeling / I. V. Gunko, I. A. Novikov // Information technologies and innovations in transport : materials of the 2nd International Scientific and Practical Conference, Orel, May 17-18, 2016 / under the general editorship of A.N. Novikov. – Orel: I.S. Turgenev Oryol State University, 2016. – p. 393.
4. Expert practice. Issue No. 74 (Guidelines). Determination of the speed parameters of an object's movement from video recordings obtained using video surveillance cameras and video recorders: P.I. Vashko, A.V. Samokhvalov, ed. by E.A. Kitaygorodsky. – М.: ECC of the Ministry of Internal Affairs of Russia, 2013. – 120 p.
5. Lobanov, A.N. Photogrammetry: Textbook for universities. 2nd ed., reprint. and add. – М., Nedra, 1984, 552 p.
6. Expert practice. Issue No. 72 (Guidelines). The use of graphic editors in conducting transport and tracological research (using the example of the CorelDRAW program): D.V. Zvyagin, edited by E.A. Kitaygorodsky. – М.: ECC of the Ministry of Internal Affairs of Russia, 2012. – 120 p.
7. Pakhomov, Boris C/C++ and Borland C++ Builder for beginners / Boris Pakhomov. – М.: BHV-Petersburg, 2006. – 630 p.
8. Pakhomov, Boris Tutorial C/C++ and C++ Builder 2007 (+ DVDROM) / Boris Pakhomov. – М.: BHVSt. Petersburg, 2008. – 672 p.
9. Forensic automotive technical expertise, part 2, edited by V.A. Ilarionov. Moscow: VNIISE. 1980. 230 p.
10. Judicial road transport expertise. An expert study of the collisions of transport vehicles traveling in passing directions / Yu.B. Suvorov, A.S. Kosolapov. – М.: MADI, 2003. 208 p.
11. Puchkin V.A. Fundamentals of expert analysis of road traffic accidents: Database. Expert practice. Methods of solution. – Rostov-on-Don: IPO PI SFU, 2010. 400 p.
12. Application of vehicle braking parameters in expert practice. RFTSSE, М., 1995. 15 p.

Дорохин С.В.

д-р. техн. наук, профессор, декан автомобильного факультета, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Dorokhin S.V.

Dr. Sci. Tech., professor, Dean of the Automotive Faculty, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

Тертерашвили Д.Г.

Аспирант, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Terterashvili D.G.

graduate student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

Глушанков А.Р.

Аспирант, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Glushankov A.R.

graduate student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

ОСОБЕННОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПЕРЕВОЗОК В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

FEATURES OF ROAD TRANSPORTATION IN THE FAR NORTH

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные аспекты автотранспортных перевозок на Крайнем Севере и выявляются ключевые моменты, которые делают этот вид деятельности уникальным и требующим особого внимания.

Ключевые слова: грузоперевозки, Крайний Север, правила дорожного движения, экстремальные условия, зона вечной мерзлоты, грузовой автотранспорт.

Abstract: This article examines the main aspects of road transport in the Far North and identifies key points that make this type of activity unique and requiring special attention.

Keywords: cargo transportation, Far North, traffic rules, extreme conditions, permafrost zone, freight transport.

Автотранспортные перевозки на Крайнем Севере России представляют собой сложную и уникальную область деятельности, которая требует особого внимания и подхода. Крайний Север характеризуется суровым климатом, сложными дорожными условиями, отсутствием инфраструктуры и особенностями местного населения. Часть территории России располагается на местности с экстремальными климатическими условиями. В условиях Крайнего Севера температура окружающей среды достигает отметок до -55°C , а снежный покров может лежать более 200 дней в году. Земля, которая находится севернее полярного круга, отличается своей болотистой местностью. Это связано прежде всего с водонепроницаемостью земель зоны вечной мерзлоты. Оползни, грунтовые наледи, метель оказывают негативное влияние на дороги, что приводит к ее разрушению. А сильные ветра, которые могут достигать скорости 125 км/ч могут привести к сносу или даже заносу груженых автопо-

ездов. Также стоит отметить, что при скорости ветра уже в 7-8 м/с происходит перемещение верхнего слоя снежного покрова, снижая видимость дороги до 2-3 км. [1]

Одной из главных особенностей автотранспортных перевозок на Крайнем Севере является необходимость использования специализированного транспорта. Обычные автомобили не способны справиться с трудными дорожными условиями, неблагоприятным климатом и сложным рельефом местности. Поэтому для перевозки грузов на Севере применяются специализированные автомобили с повышенной проходимостью, способные работать в экстремальных условиях. Такие транспортные средства оснащены специальными шинами, системами защиты от мороза и другими усовершенствованиями, позволяющими им эффективно функционировать в условиях Крайнего Севера. Самые распространенные грузовые автомобили, используемые в условиях Крайнего Севера это КАМАЗы, МАЗы, УРАЛы. Отечественные автомобили в случае поломки возможно привезти в исправное состояние, так как найти нужную запчасть намного проще нежели на автомобиль импортного производства. Однако, часто бывают случаи, что при выходе из строя автомобиля в местах вечной мерзлоты, водители бросают транспортное средство, поскольку либо нет возможности его отремонтировать, либо нет возможности автомобиль попросту завести. [2]

Кроме того, при эксплуатации грузового транспорта на Крайнем Севере необходимо уделять особое внимание обслуживанию и техническому состоянию автомобилей. Из-за неблагоприятных погодных условий и сложных дорог грузовики подвергаются повышенным нагрузкам, что требует регулярного технического обслуживания и контроля. Водители и технический персонал должны быть готовы к оперативному устранению неисправностей и ремонту автомобилей на месте, чтобы минимизировать риски аварий и срывов поставок грузов. [3]

Другой важной особенностью автотранспортных перевозок на Крайнем Севере является необходимость соблюдения особых правил безопасности. Из-за сложных дорожных условий, покрытых снегом и льдом, а также неблагоприятного климата, водителям приходится быть особенно внимательными и осторожными. На Севере часто возникают аварийные ситуации из-за скользкой дороги, снежных заносов или плохой видимости. Поэтому водители должны быть готовы к экстремальным ситуациям, иметь необходимое оборудование и знать, как правильно действовать в случае чрезвычайных ситуаций [3].

Еще одной важной особенностью автотранспортных перевозок на Крайнем Севере является необходимость учета особенностей местного населения и культуры. На Севере проживают различные коренные народы, у каждого из которых есть свои традиции, обычаи и особенности. Водители долж-

ны учитывать эти особенности при взаимодействии с местным населением, чтобы избежать конфликтов и обеспечить безопасность как для самих водителей, так и для местных жителей. Это требует особого внимания и уважения к культуре и традициям коренных народов, чтобы обеспечить гармоничное сосуществование и взаимодействие. [1]

Итак, эксплуатация грузового транспорта в условиях Крайнего Севера представляет собой сложную и требовательную задачу, которая требует специализированного подхода и внимания к ряду особенностей. Выбор специализированных автомобилей, регулярное обслуживание и технический контроль, обучение водителей – все это играет важную роль в обеспечении эффективности и безопасности грузоперевозок на Крайнем Севере. Постоянное совершенствование процессов эксплуатации транспорта и обучение персонала необходимы для успешного осуществления перевозок в условиях экстремального климата и сложных дорожных условий Крайнего Севера.

Список литературы

1. Вергун, Т. А. Транспортно-логистическое развитие арктической зоны России / Т.А. Вергун, В.Э. Щербакова, С.Д. Суворова // Институты и механизмы инновационного развития: мировой опыт и российская практика: сборник научных статей 9-й Международной научно-практической конференции; Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск, 2019. – С. 43–46.
2. Дорохин, С. В. Оптимизация дальности перевозки и рациональной скорости сообщения на автомобильных дорогах // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2014. – № 9-2. – С. 212–218.
3. Суворова, С. Д. Международная логистика. Практикум: учеб. пособие / С. Д. Суворова, Н.М. Егорова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – 96 с.

References

1. Vergun, T. A. Transport and logistics development of the Arctic zone of Russia / T.A. Vergun, V.E. Shcherbakova, S.D. Suvorova // Institute and mechanisms of innovative and technological development: world experience and Russian practice. Collection of scientific articles of the 9th International Scientific and Practical Conference; South-zap. state University. – Kursk, 2019. – pp. 43-46.
2. Dorokhin, S. V. Optimization of transportation range and rational speed on highways // Izvestiya Tula State University. Sciences of Technology. – 2014. – No. 9-2. – pp. 212-218.
3. Suvorova, S. D. International logistics. Workshop: studies. manual / S. D. Suvorova, N. M. Egorova. – St. Petersburg,: Publishing House of the Polytechnic University. Unita, 2017. – 96 p.

Зеликов В.А.

д-р. техн. наук, профессор кафедры организации перевозок и безопасности движения, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Zelikov V.A.

Dr. Sci. Tech., Prof. of the Department of Transportation and Traffic Safety, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

Злобина Н.И.

канд. техн. наук, доцент кафедры организации перевозок и безопасности движения, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Zlobina N.I.

Ph.D. of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Transportation and Traffic Safety, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

Денисов Г.А.

канд. техн. наук, доцент кафедры организации перевозок и безопасности движения, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Denisov G.A.

Ph.D. of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Transportation and Traffic Safety, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

ЭКСПЕРТИЗА ДТП – ВАЖНЫЙ ЭТАП В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

THE EXAMINATION OF AN ACCIDENT IS AN IMPORTANT STAGE IN ENSURING ROAD SAFETY

Аннотация. Рассматриваются действия всех участников дорожно-транспортного происшествия с участием пешехода, вышедшего под произвольным углом от края проезжей части

Ключевые слова: дорога, автомобиль, пешеход, безопасность, происшествие.

Abstract. The actions of all participants in a traffic accident involving a pedestrian who left at an arbitrary angle from the edge of the roadway are considered

Keywords: road, car, pedestrian, safety, accident.

При совершении наезда транспортного средства (ТС) на пешехода, водитель по требованию пункта 2.5 Правил дорожного движения (ПДД) РФ, обязан немедленно остановить и не трогать с места свое ТС, включить аварийную сигнализацию, в соответствии с требованиями пункта 7.2 ПДД РФ выставить знак аварийной остановки и не перемещать предметы, относящиеся к данному происшествию. Следует сообщить по телефону информацию о наезде дежурному по Министерству внутренних дел (МВД) РФ, который сообщит руководителю следственно-оперативной группы (СОГ) о расположении и времени наезда, информаторе, потерпевших, принятых мерах безопасности на месте происшествия, по оказанию помощи потерпевшим, по задержанию водителя ТС, поиску возможно скрывшегося ТС и т.п., направит группу на место происшествия. По прибытии члены СОГ определяют границы осмотра участка дороги и выделяют исходную зону ДТП, промежуточную зону и зону совершения наезда. Ограждают место происшествия во избежание случайного

повторного происшествия, уничтожения следов торможения ТС и других вещественных доказательств. Следователь после предварительного осмотра места наезда производит детальное изучение, фиксацию следов и вещественных доказательств на огороженном участке дороги, составляет схему ДТП, заполняет постановление и справку о ДТП, составляет протокол опроса свидетелей. Если один из участников ДТП признал свою вину, руководитель СОГ выписывает постановление по делу об административном правонарушении. Если участники происшествия не признают своей вины, и вину одного из участников требуется доказать, следователь назначает экспертизу дорожно-транспортного происшествия. Материалы о ДТП передаются следователем в межрегиональный центр судебно-автотехнических экспертиз МЮ РФ.

Руководитель отдела судебно-автотехнических экспертиз знакомится с фабулой происшествия, определяет вид экспертизы, назначает эксперта или экспертов для ее проведения. Автотехнический эксперт (далее эксперт) изучает материалы дела и в соответствии с рекомендованными ему методиками исследования определяет момент возникновения опасной дорожной обстановки и проводит инженерные расчеты. При этом эксперт отвечает только на вопросы, которые ему были поставлены на рассмотрение для проведения экспертизы. Отметим, что методики, рекомендованные экспертам для исследования, например, механизма наезда на пешехода, разработаны в Московском автомобильно-дорожном институте (МАДИ ГТУ) еще в 1980-х годах. Использовались эти методики исследования ДТП только для служебного пользования.

Сегодня рекомендованные экспертам методики исследования ДТП, в частности наездов, находятся в свободном доступе. Это позволяет научным работникам и исследователям проводить их совершенствование применительно к различным вариантам дорожно-транспортных происшествий. Исследования по наезду на пешехода разрабатывали отечественные ученые Бекасов В.А. [1], Боровский Б.Е. [2], Илларионов В.А. [3], Домке Э.Р. [4], Коршаков И.К., Кисляков Ю.Д., Балакин В.Д., Суворов Ю.Б., Евтюков С.А., Васильев Я.В., Чава И.И., Григорян В.Г., Пучкин В.А. и др., из зарубежных ученых следует отметить таких как Коллинз Д., Моррис Д., Байэтт Р., Уотте Р. и др. Большая часть методик разработана в конце XX века, они имеют некоторые недостатки и требуют доработок.

Анализ методик по исследованию ДТП с участием пешеходов позволил выявить некоторые пробелы в классификации наездов и соответственно дать рекомендации по разработке методик их исследования [5]. Так, если при ДТП пострадали в жилой зоне (ограничение скорости до 20 км/ч) дети, требуется более детальное расследование и экспертиза наезда на пешехода при невысоких значениях скорости движения ТС до наезда [6]. Если пешеход вышел на проезжую часть после проезда попутного препятствия для ТС совершившего наезд (такие наезды тоже возможны), необходима именно такая методика исследования [7]. Имеющиеся методики исследования наезда на пешехода при ограниченной видимости рассматривают движение пешехода только попутно или навстречу ТС, а ведь в условиях особенно населенного пункта пешеход может переходить проезжую часть улицы или дороги в любом направлении

[4]. До недавнего времени не имелось методик для исследования наезда автомобиля на дикое животное, а они также необходимы [8]. Важным моментом экспертного исследования ДТП является тот факт, что результаты экспертизы могут быть использованы при разработке мероприятий по устранению опасных дорожных ситуаций и обеспечению безопасности дорожного движения [9].

К пешеходам отнесены и дети, и люди пожилого возраста, и люди в состоянии алкогольного опьянения, которые часто выходят на дорогу в произвольном направлении из-за любого препятствия. Дети могут играть возле дороги и неожиданно появиться на ее проезжей части, пожилые люди могут плохо слышать звуковой сигнал, долго принимать правильное решение и спокойно реагировать на опасную ситуацию. Поэтому необходимо иметь методику расчета скорости движения пешехода [10], которую в настоящий момент эксперт выбирает в зависимости от темпа его движения, оцененного случайным очевидцем происшествия в опасно-аварийной дорожной ситуации.

Чем меньше будет у эксперта приблизительных значений исходных данных для исследования происшествия и точнее будут методики расчета, не будут страдать невинные люди, тем меньше будет на проезжей части случайных водителей и больше осторожных пешеходов, безопасней будет дорожное движение в наш век высоких скоростей и правового порядка.

Список литературы

1. Автотехническая экспертиза / В. А. Бекасов, Г. Я. Боград, Б. Л. Зотов, Г. Г. Индиченко ; Науч.-техн. ред. инж. В. А. Бекасов ; Центр. науч.-исслед. ин-т судебных экспертиз Юрид. комис. при Совете Министров РСФСР. – Москва : Юрид. лит., 1967. – 255 с.
2. Боровский Б.Е. Безопасность движения автомобильного транспорта : анализ дорожных происшествий / Е. Б. Боровский. – Ленинград : Лениздат, 1984. – 304 с. – Библиогр.: с. 299.
3. Иларионов В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1989.- 255 с
4. Домке Э. Р. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 "Технология транспортных процессов" / Э. Р. Домке. – Пенза : Изд-во ПГУАС, 2016. – 239 с.
5. Злобина Н.И. Обзор методик исследования наезда автомобиля на пешехода // Перспективные направления развития автотранспортного комплекса. сборник статей XIII Международной научно- практической конференции. 2019. С. 83-89.
6. Определение границ вариантов наезда автомобиля на пешехода при расчете скорости наезда / Н.И. Злобина, В.А. Зеликов, Г.А. Денисов, А.С. Абрамов // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. 2016. Т. 3. № 3 (6). С. 306-309.
7. Денисов Г.А. Систематизация вариантов и совершенствование методики исследования наезда автомобиля на пешехода, вышедшего из-за встречного препятствия /

Г.А. Денисов, В.А. Зеликов, Н.И. Злобина // Мир транспорта и технологических машин. 2017. № 3 (58). С. 115-122.

8 Варианты исследования наезда на пешехода или дикое животное, вышедших из-за неподвижного препятствия / Г.А. Денисов, В.А. Зеликов, Н.И. Злобина, Г.Н. Климова, Н.В. Зеликова // Грузовик. 2023. № 10. С. 46-49.

9. Об обеспечении безопасности движения пешеходов / В.А. Зеликов, Г.А. Денисов, Ю.В. Струков, Н.И. Злобина, Н.В. Зеликова, С.В. Писарева / Грузовик. 2023. № 5. С. 31-35.

10 Злобина Н.И. Определение скорости движения пешехода при проведении экспертизы наезда / Н.И. Злобина, Г.А. Денисов, В.Б. Балычак // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. 2015. Т. 2. № 2 (3). С. 620-623.

References

1. Automotive technical expertise / V. A. Bekasov, G. Ya. Bograd, B. L. Zotov, G. G. Indichenko ; Scientific and technical ed. eng. V. A. Bekasov ; Center. scientific and research. in-t judicial ex-pertiz Jurid. comis. under the Council of Ministers of the RSFSR. – Moscow : Legal lit., 1967. – 255 p.

2. Borovsky B.E. Road traffic safety : analysis of road accidents / E. B. Borovsky. – Leningrad : Lenizdat, 1984. – 304 p.: ill., table. – Bibliogr.: p. 299

3. Ilarionov V.A. Examination of traffic accidents: Textbook for universities. - M.: Transport, 1989. - 255 s.

4. Domke E. R. Investigation and examination of road accidents : a textbook for students studying in the field of training 03/23/2011 "Technology of transport processes" / E. R. Domke. – Penza : Publishing house of PGUAS, 2016. – 239 p.

5. Zlobina N.I. Review of research methods of a car hitting a pedestrian // Promising directions for the development of the motor transport complex. collection of articles of the XIII International Scientific and Practical Conference. 2019. pp. 83-89.

6. Zlobina N.I., Zelikov V.A., Denisov G.A., Abramov A.S. Defining the boundaries of options for hitting a car on a pedestrian when calculating the speed of impact // Alternative energy sources in the transport and technological complex: problems and prospects of rational use. 2016. Vol. 3. No. 3 (6). pp. 306-309.

7. Denisov G.A., Zelikov V.A., Zlobina N.I. Systematization of options and improvement of the methodology for investigating a car hitting a pedestrian who came out from behind an oncoming obstacle // World of transport and technological machines. 2017. No. 3 (58). pp. 115-122.

8. Denisov G.A., Zelikov V.A., Zlobina N.I., Klimova G.N., Zelikova N.V. Variants of the investigation of a collision with a pedestrian or a wild animal that came out from behind a stationary obstacle // Truck. 2023. No. 10. pp. 46-49.

9. Zelikov V.A., Denisov G.A., Strukov Yu.V., Zlobina N.I., Zelikova N.V., Pisareva S.V. On ensuring the safety of pedestrian traffic // Truck. 2023. No. 5. pp. 31-35.

10 Zlobina N.I. Determining the speed of pedestrian movement during an impact test / Zlobina N.I., Denisov G.A., Balychak V.B. // Alternative sources of energy in the transport and technological complex: problems and prospects of rational use. 2015. Vol. 2. No. 2 (3). pp. 620-623.

Куликов А.В.

канд. техн. наук, доцент кафедры автомобильные перевозки, Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, РФ

Куликов А.А.

бакалавр кафедры автомобильные перевозки, Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, РФ

Kulikov A.V.

Ph.D. of technical sciences, associate professor of the department of Automobile Transportation, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation

Kulikov A.A.

bachelor's degree of the department of Automobile Transportation, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation

АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОБУСОВ НА МАРШРУТЕ № 35 «РЕЧНОЙ ВОКЗАЛ – БОЛЬНИЧНЫЙ КОМПЛЕКС» Г. ВОЛГОГРАДА

ANALYSIS OF TECHNICAL AND OPERATIONAL PERFORMANCE INDICATORS OF BUSES ON ROUTE No. 35 "RECHNOY VOKZAL – HOSPITAL COMPLEX" IN VOLGOGRAD

Аннотация. Для правильной организации функционирования маршрута № 35 необходимо постоянно проводить исследования существующих пассажиропотоков и анализировать технико-эксплуатационные показатели используемых автобусов. Пассажиропотоки характеризуются неравномерностями по времени суток и зависят от потребности населения г. Волгограда в перемещениях на работу, учебу, в медицинские учреждения, ТРЦ и другие центры тяготения. Провозные возможности выпускаемых автобусов на линию должны соответствовать возникающим пассажиропотокам. Проведенные исследования включали: изучение схем движения автобусов по маршруту в прямом и обратном направлениях; определение действительных расстояний между остановочными пунктами; расчет характеристик закономерности распределения времени простоя автобусов на промежуточных остановках маршрута № 35; определение фактического времени работы маршрута по дням недели; определение количества автобусов на маршруте и интервалов между ними по часам суток и дням недели с расчетом средних значений показателей. В статье предложены перспективные пути развития маршрутной сети городского пассажирского транспорта Волгограда.

Ключевые слова: технико-эксплуатационные показатели, пассажирские перевозки, функционирование автобусов, маршрут № 35, среднечасовой интервал движения, остановочные пункты.

Abstract: In order to properly organize the functioning of route No. 35, it is necessary to constantly conduct research on existing passenger flows and analyze the technical and operational indicators of the buses used. Passenger flows are characterized by irregularities in time of day and depend on the needs of the population of Volgograd in moving to work, study, medical institutions, shopping malls and other centers of gravity. The transportation capacity of the buses produced on the line should correspond to the emerging passenger flows. The conducted research included: studying bus traffic patterns along the route in the forward and reverse directions; determining the actual distances between stopping points; calculating the characteristics of the regularity of the distribution of bus downtime at intermediate stops of route No. 35; determining the actual time of the route by days of the week; determining the number of buses on the route and intervals between They are calculated by the hours of the day and days of the week with the calculation of the average values of the indicators. The article suggests promising ways to develop the route network of urban passenger transport in Volgograd.

Keywords: technical and operational indicators, passenger transportation, operation of motorways, route No. 35, average hourly traffic interval, stopping points.

Повышения удовлетворенности пассажиров уровнем оказываемых транспортных услуг одна из основных современных общественных задач развития пассажирского транспорта в направлении цифровизации. По данным статистики за 2023 год, 37% жителей города перемещаются на автомобилях; более 32% жителей предпочитают общественный транспорт; 9,1% используют такси. С каждым годом в городе совершенствуется транспортная сеть, обновляются маршруты движения общественного транспорта, что обеспечивает удобство передвижения жителей [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Осенью 2023 года для областного центра закупили 21 электробус. Это коснулось и маршрута № 35. Пассажирские перевозки являются важной социально значимой услугой для жителей города. В Волгограде автобусные перевозки организуют: ВПАТП № 7, ВПАТП № 4, ВПАТП № 2, ООО «Волготранс».

Для исследования показателей функционирования автобусов был выбран городской маршрут № 35 (рис. 1).

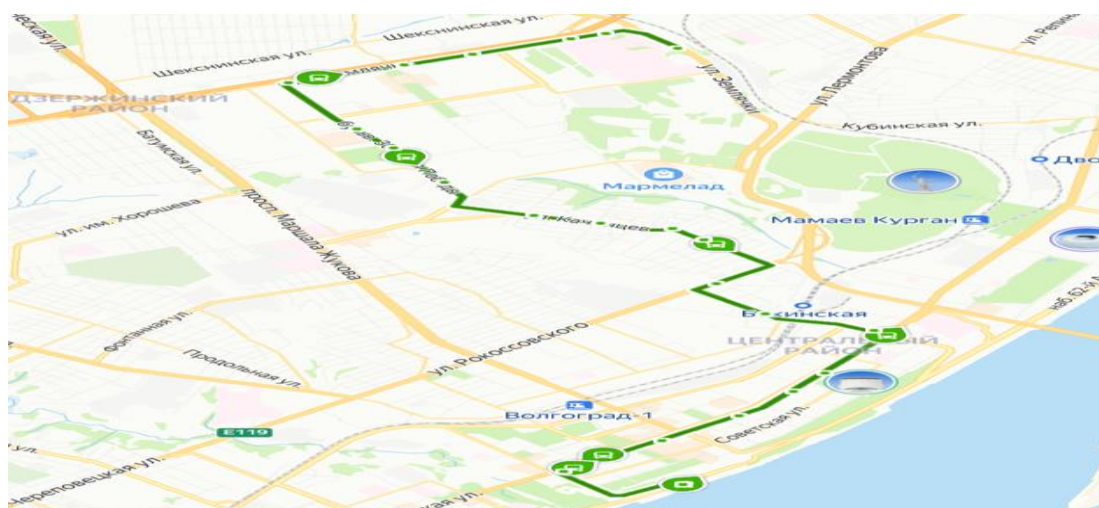


Рисунок 1 – Схема движения автобусов по городскому маршруту № 35

Данный маршрут проходит через два района: Центральный и Дзержинский. Перевозка пассажиров выполняется в круглогодичном режиме, ежедневно с 6:00 до 23:00. Актуальность маршрута № 35 заключается в том, что он предоставляет удобный, быстрый и доступный способ передвижения для жителей и гостей г. Волгограда. Данный маршрут обеспечивает доступ к важным объектам инфраструктуры: больницы, университеты, торговые центры, места отдыха людей.

В исследовании использовались методы анализа статистических данных. Выявлены ключевые факторы, влияющие на качество и доступность городского транспорта, такие как регулярность движения, интервалы между автобусами, состояние подвижного состава и инфраструктуры маршрута.

Как было описано ранее, маршрут № 35 охватывает два района: Центральный и Дзержинский. Начальным остановочным пунктом движения авто-

бусов является «Речной вокзал», а конечным остановочным пунктом соответственно – «Больничный комплекс». На рис. 1 представлена схема движения автобусов по маршруту № 35 «Речной вокзал – Больничный комплекс», начальный (рис. 2) и конечный (рис. 3) пункты маршрута.

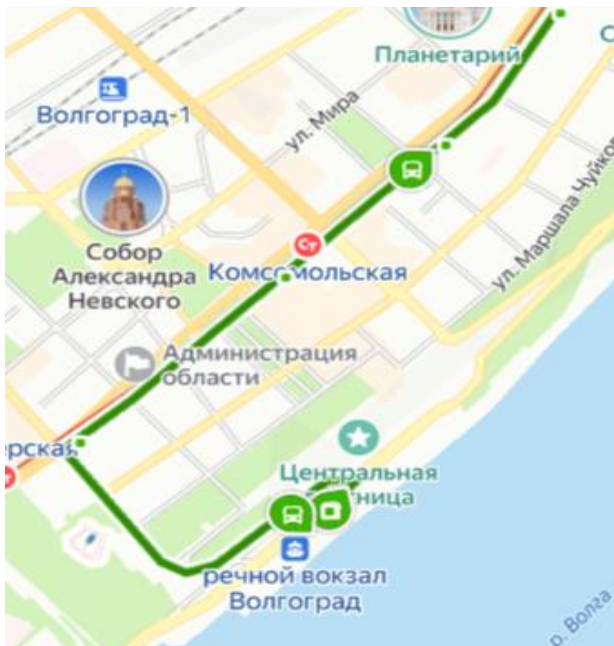


Рисунок 2 – Начальный остановочный пункт «Речной вокзал»

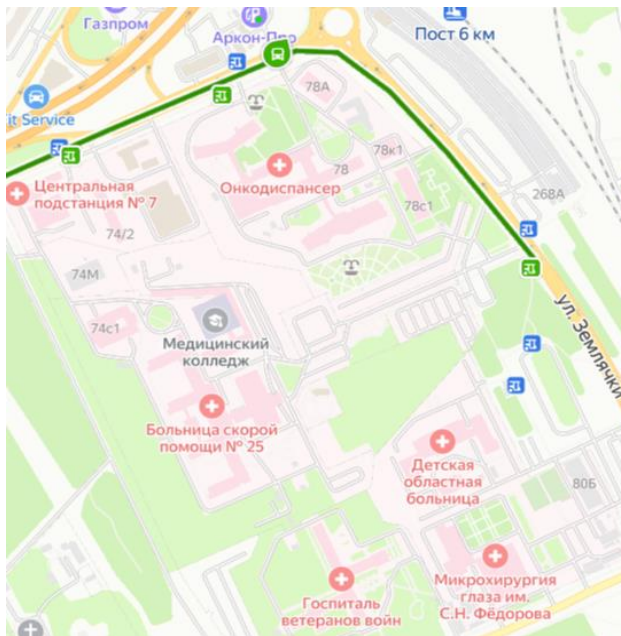


Рисунок 3 – Конечный остановочный пункт «Больничный комплекс»

В табл. 1 приведены результаты измерений действительных расстояний между остановочными пунктами маршрута № 35 (в прямом и обратном направлениях)

Таблица 1 – Расстояния между остановочными пунктами маршрута № 35

Наименование остановки	Расстояние по перегонам, км	
	прямое	обратное
1	2	3
1 Больничный комплекс	0	0,511
2 Больница скорой помощи	0,758	0,745
3 Космонавтов	0,591	0,387
4 8-й Воздушной Армии	0,358	0,649
5 Бульвар 30-летия	0,754	0,812
6 Константина Симонова	0,821	0,347
7 Школа искусств	0,291	0,581
8 127-й квартал	0,656	1,2
9 Магазин	1,01	0,38

1	2	3
10 Зигзаг	0,417	0,233
11 Школа № 41	0,342	0,93
12 Хиросимы	1,07	1,28
13 7-я Гвардейская	1,27	0,837
14 Площадь Ленина	0,565	0,241
15 Педагогический/Технический университет	0,426	0,459
16 Порт-Саида	0,499	0,542
17 Центральный рынок/Комсомольская	0,41	0,684
18 Медицинский Университет	0,3	-
19 Дом Художника/Магазин Современник	0,482	1,15
20 Речной вокзал	1,17	0
Итого	12,19	11,968

Время прямого рейса на маршруте в одном направлении составляет 31 мин; общее расстояние в прямом направлении – 11,97 км, а в обратном – 12,19 км. Средние расстояния по перегонам в прямом направлении – 630 м, а в обратном – 610 м. Выборка случайной величины (время простоя автобусов на промежуточных остановках маршрута № 35) составила более 250 значений. Были определены: математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение и установлено соответствие распределения случайной величины закону Вейбулла.

Расчеты параметров закона распределения времени простоя автобусов на промежуточных остановочных пунктах выполнялись по следующим формулам [7]:

Статистическое математическое ожидание:

$$M(x) = \frac{\sum m_i * tc_i}{\sum m_i} = \frac{2684}{268} = 10,01 \text{ сек.}$$

Статистическая дисперсия:

$$D(x) = \frac{\sum m_i * tc_i^2}{\sum m_i} - [M(t)]^2 = \frac{29275}{268} - (10,01)^2 = 9,03.$$

Среднее квадратическое отклонение:

$$S(x) = \sqrt{\frac{N}{N-1} D(x)} = \sqrt{\frac{268}{268-1} * 9,03} = 3,01.$$

Результаты расчетов представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Результаты обработки экспериментальных данных

Номер интервала	Границы интервалов	Середина интервалов, t_{ci}	Опытные частоты, m_i^*	Опытные частоты, P_i^*	$m_i^* \cdot t_{ci}$	$m_i^* \cdot t_{ci}^2$	Теоретические вероятности, P_i	Теоретические числа попадания в интервалы, m_i	Слагаемые критерия Пирсона
1	5-8	6,5	70	0,261	455	2957,5	0,213	57,08	2,92
2	8-11	9,5	111	0,414	1055	10017,75	0,347	92,99	3,48
3	11-14	12,5	68	0,254	850	10625	0,275	73,7	0,44
4	14-17	15,5	13	0,049	202	3123,25	0,093	24,92	5,7
5	17-20	18,5	3	0,011	56	1026,75	0,011	2,94	0,0012
6	20-23	21,5	2	0,007	43	924,5	0,00038	0,101	0,35
7	23-26	24,5	1	0,004	25	600,25	0,00000019	0,00005	0,19
			268	1,000	2684	29275			13,0812

График плотности распределения времени простоя автобусов на промежуточных остановочных пунктах представлен на рис. 4.

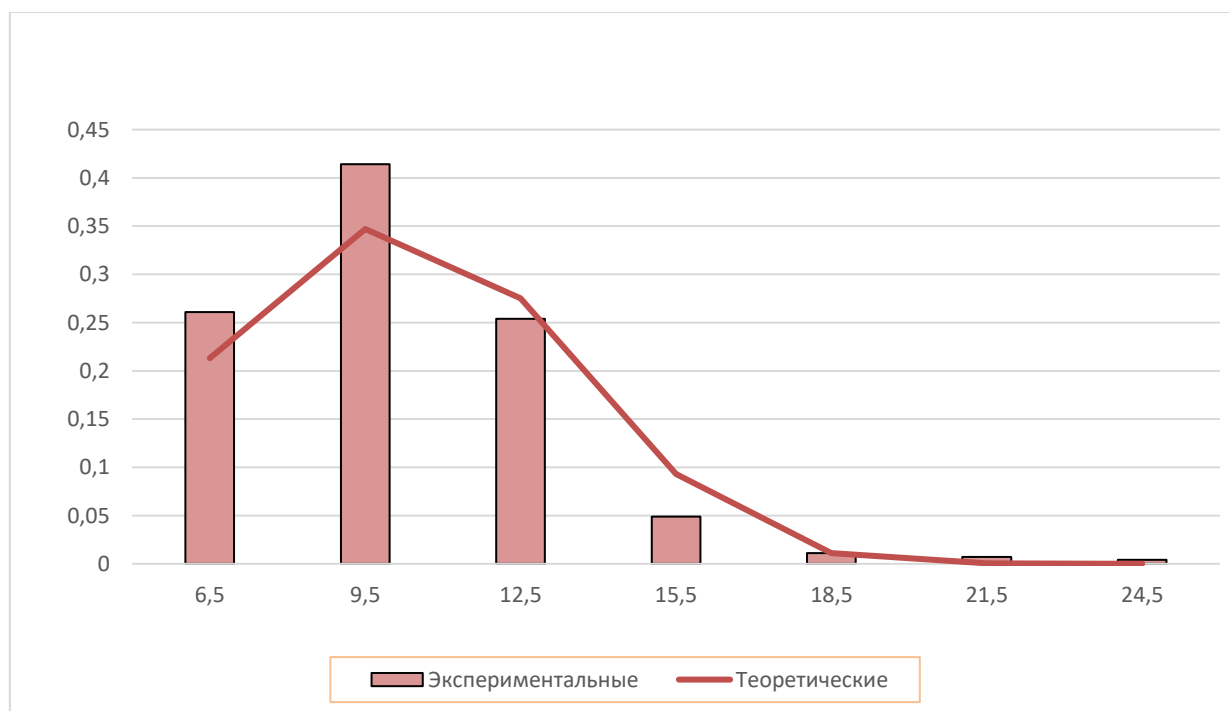


Рисунок 4 – График плотности распределения времени простоя автобусов на промежуточных остановочных пунктах маршрута № 35

Анализ данных рис. 4 и табл. 2 позволяет сделать вывод о том, что закон распределения случайной величины соответствует закону Вейбулла.

Измерение интервалов движения между автобусами маршрута № 35 проводился при помощи сервиса Яндекс.Карты. Все результаты данного исследования представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Интервалы движения между автобусами маршрута № 35

Показатели	День недели						
	1	2	3	4	5	6	7
Время, ч.	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
6:00-7:00	3 (10:10; 6:32; 6:21)	4 (10:59; 10:43; 6:42)	5 (10:58; 10:43; 11:15)	3 (11:47; 10:55; 10:47)	4 (10:34; 10:54; 8:48)	3 (9:39; 9:47; 9:21)	4 (9:49; 9:54; 9:36)
7:00-8:00	4 (6:15; 6:09; 6:05)	4 (6:20; 6:13; 6:05)	5 (6:17; 6:24; 6:13)	5 (10:03; 9:48; 6:36)	4 (6:42; 6:57; 6:32)	4 (9:34; 9:43; 10:21)	7 (9:36; 9:43; 10:55)
8:00-9:00	9 (6:00; 6:45; 10:04)	6 (6:23; 6:03; 6:09)	6 (6:18; 5:59; 6:32)	5 (6:12; 6:32; 6:47)	5 (6:15; 6:35; 7:24)	6 (9:13; 11:53; 9:53)	8 (9:53; 9:13; 9:04)
9:00-10:00	8 (10:00; 10:10; 8:22)	8 (10:15; 10:10; 10:08)	10 (10:35; 10:41; 10:33)	8 (10:07; 11:15; 10:27)	6 (9:49; 10:21; 8:31)	6 (15:10; 15:15; 14:22)	9 (15:17; 15:43; 15:53)
10:00-11:00	10 (8:15; 8:06; 8:02)	9 (8:47; 8:36; 8:18)	10 (8:52; 8:48; 8:55)	8 (8:19; 9:15; 8:46)	5 (9:39; 8:25; 8:56)	6 (9:50; 12:46; 12:00)	8 (14:47; 15:10; 15:32)
11:00-12:00	7 (8:17; 8:12; 8:36)	9 (8:34; 8:27; 8:15)	11 (8:46; 8:54; 8:39)	9 (8:43; 8:19; 8:34)	2 (6:45; 6:47; 6:17)	7 (13:10; 11:53; 12:29)	7 (12:15; 12:12; 13:32)
12:00-13:00	5 (8:56; 9:01; 8:51)	10 (8:49; 9:11; 8:54)	9 (7:09; 8:50; 9:12)	5 (10:15; 9:47; 10:23)	11 (9:11; 8:46; 10:12)	5 (12:35; 12:39; 13:10)	8 (12:52; 12:49; 13:07)
13:00-14:00	5 (8:11; 8:29; 8:13)	9 (8:55; 8:46; 8:50)	8 (9:08; 8:35; 8:23)	5 (8:53; 9:10; 9:29)	6 (10:42; 9:35; 10:19)	6 (12:32; 12:49; 11:57)	5 (11:57; 12:05; 12:25)
14:00-15:00	5 (9:02; 8:32; 8:47)	8 (8:41; 8:39; 8:15)	9 (8:12; 8:36; 8:29)	7 (9:49; 8:36; 8:56)	10 (8:48; 9:20; 8:30)	5 (12:50; 11:48; 12:14)	5 (12:46; 12:48; 12:39)
15:00-16:00	6 (8:42; 8:40; 8:50)	6 (7:58; 8:07; 8:03)	10 (8:35; 8:16; 9:10)	6 (9:08; 8:25; 8:47)	10 (9:46; 8:34; 7:55)	5 (10:13; 10:46; 10:38)	9 (10:21; 10:01; 10:10)
16:00-17:00	11 (6:15; 6:12; 6:27)	7 (6:30; 7:02; 6:33)	8 (8:48; 8:23; 8:45)	6 (7:59; 9:00; 8:36)	9 (8:59; 8:30; 9:49)	7 (10:43; 10:45; 10:15)	10 (10:22; 10:11; 9:50)
17:00-18:00	9 (6:37; 6:25; 6:18)	9 (6:26; 6:20; 6:33)	9 (6:08; 3:13; 6:20)	8 (8:48; 5:35; 8:56)	9 (7:19; 6:39; 8:07)	8 (11:44; 10:39; 10:34)	8 (10:07; 10:30; 9:46)
18:00-19:00	12 (6:24; 6:30; 6:55)	9 (6:10; 6:00; 6:06)	10 (6:00; 6:55; 6:03)	12 (6:32; 8:08; 8:23)	11 (6:04; :6:36; 6:25)	8 (10:15; 10:27; 10:21)	10 (15:36; 14:03; 15:56)

1	2	3	4	5	6	7	8
19:00-20:00	10 (6:15; 6:06; 9:33)	11 (6:48; 10:15; 10:47)	9 (6:15; 6:48; 10:12)	10 (6:38; 6:48; 6:24)	10 (7:15; 7:34; 6:43)	8 (10:17; 10:08; 15:30)	7 (10:46; 10:15; 15:06)
20:00-21:00	7 (10:11; 10:30; 10:10)	10 (10:21; 10:38; 10:02)	6 (10:25; 10:34; 10:18)	7 (10:11; 11:13; 10:36)	8 (10:59; 12:17; 9:35)	7 (15:11; 15:48; 14:38)	6 (15:35; 15:48; 15:00)
21:00-22:00	5 (11:40; 12:07; 13:43)	7 (8:08; 8:47; 8:24)	4 (12:40; 12:07; 12:35)	5 (13:30; 12:45; 14:09)	8 (12:57; 12:46; 13:05)	8 (20:45; 20:29; 21:06)	6 (20:30; 20:11; 20:50)
22:00-23:00	5 (13:17; 12:53; 12:18)	7 (12:48; 13:50; 12:27)	3 (12:13; 11:55; 12:55)	4 (12:40; 13:50; 12:36)	7 (12:08; 12:31; 13:36)	6 (20:07; 20:40; 20:15)	5 (20:56; 21:34; 20:32)

Исходя из представленных данных таблицы можно рассчитать среднечасовой интервал движения между автобусами и среднее количество автобусов на маршруте № 35 по часам суток и дням недели. Для этого складываем значения и делим на количество замеров. Таким образом, среднечасовой интервал и среднее количество автобусов по дням недели представлены в табл. 4.

Таблица 4 – Среднечасовой интервал и среднее количество автобусов на маршруте № 35 по часам суток и дням недели

Наименование показателей	Значение показателей по часам суток			
	6:00-11:00	12:00-15:00	16:00-20:00	21:00-23:00
1	2	3	4	5
День недели	Понедельник			
Среднечасовой интервал, мин.	7,81	8,47	7,23	12,46
Среднее количество автобусов, ед.	6	5	10	5
День недели	Вторник			
Среднечасовой интервал, мин.	8,01	8,35	7,62	10,5
Среднее количество автобусов, ед.	6	8	9	7
День недели	Среда			
Среднечасовой интервал, мин.	8,37	8,4	7,51	12,17
Среднее количество автобусов, ед.	8	9	8	4
День недели	Четверг			
Среднечасовой интервал, мин.	8,86	9,08	8,04	13,01
Среднее количество автобусов, ед.	6	6	8	5
День недели	Пятница			
Среднечасовой интервал, мин.	7,87	9,08	7,98	12,63

1	2	3	4	5
Среднее количество автобусов, ед.	4	9	9	8
День недели	Суббота			
Среднечасовой интервал, мин.	11,25	11,77	11,62	20,4
Среднее количество автобусов, ед.	5	5	8	7
День недели	Воскресенье			
Среднечасовой интервал, мин.	11,89	11,8	12,4	20,52
Среднее количество автобусов, ед.	7	7	8	6

Повышения удовлетворенности пассажиров уровнем оказываемых транспортных услуг одна из основных современных общественных задач развития пассажирского транспорта в направлении цифровизации. Провозные возможности выпускаемых автобусов на линию должны соответствовать возникающим пассажиропотокам. Проведенные исследования позволили определить: в прямом направлении длина маршрута № 35 составляет – 11,97 км, а в обратном – 12,19 км; средние расстояния по перегонам в прямом направлении – 630 м, а в обратном – 610 м. Выборка случайной величины времени простоя автобусов на промежуточных остановках маршрута № 35 составила более 250 значений. Математическое ожидание – 10,01 сек., дисперсия – 9,03 сек², среднее квадратическое отклонение – 3,01 сек. В результате расчетов установлено что закон распределения случайной величины (времени простоя автобусов на промежуточных остановках) соответствует закону Вейбулла.

Фактическое время работы маршрута № 35 по дням недели с 6:00 до 23:00. В статье представлены интервалы движения между автобусами маршрута по часам суток с выделением периодов «час пик» и спада пассажиропотока по дням недели. Приведенная работа не закончена и требует дальнейших исследований в области организации рационального взаимодействия различных видов городского пассажирского транспорта с позиции обеспечения эффективных мультимодальных перевозок пассажиров города и агломерации [8, 9].

Список литературы

1. Исследование показателей оценки функционирования и развития маршрутной сети общественного пассажирского транспорта в Волгограде / А.В. Куликов, Ю.В. Кузина // Молодой ученый. – 2017. – № 24 (158), ч. 2. – С. 159-167.
2. Совершенствование организации перевозок пассажиров на городских маршрутах общественного транспорта за счет эффективного формирования маршрутной сети / А.В. Куликов, Б. Советбеков, И.Р. Сайидкамолов // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. – 2021. Т.21. – № 8. – С. 51-57.
3. Совершенствование пассажирских перевозок в Центральной части города Волгограда / А.В. Куликов, С.Ю. Фирсова, В.В. Горина; ВолгГТУ. – Волгоград, 2015. – С. 78-83.
4. Куликов, А. В. Характеристики современного состояния транспортных сетей общественного пассажирского транспорта г. Дубовки и г. Ахтубинска / А. В. Куликов,

А. Н. Кашманова // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2017. – Т. 5, № 6(32). – С. 31-34.

5. Ткаченко, Я. О. Совершенствование организации работы автобусов малой и большой вместимости различной формы собственности на пригородном маршруте № 149 "Городище – Спартановка" города Волгограда / Я. О. Ткаченко, А. В. Куликов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2017. – Т. 5, № 6(32). – С. 58-61.

6. Куликов, А. В. Взаимодействие муниципального и частного видов транспорта в Волгограде / А. В. Куликов, Е. Е. Строгова, М. М. Бочкарева // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия: Наземные транспортные системы. – 2004. – № 3. – С. 131-132.

7. Общий курс транспорта: учеб. пособие / А.В. Куликов, С.А. Ширяев, Л.Б. Миротин; ВолгГТУ. – Волгоград, 2016. – 160 с.

8. Обеспечение мультимодальности в туристических маршрутах на примере Волгоградской области / А. В. Куликов, А. П. Тюков, Д. Е. Еркин, А. А. Куликов // Мир транспорта и технологических машин. – 2024. – № 3-1(86). – С. 12-22. – DOI 10.33979/2073-7432-2024-3-1(86)-12-22.

9. Куликов, А. В. Перспективы "бесшовных" перевозок пассажиров в транспортных системах российских городов-миллионников (на примере Волгограда) / А. В. Куликов, Л. Б. Миротин, А. А. Вальковская // Социология города. – 2022. – № 1-2. – С. 93-116. – DOI 10.35211/19943520_2022_1-2_93.

References

1. A study of indicators for assessing the functioning and development of the route network of public passenger transport in Volgograd / A.V. Kulikov, Yu.V. Kuzina // YOUNG scientist. – 2017. – № 24 (158), Part 2. – pp. 159-167.

2. Improving the organization of passenger transportation on urban public transport routes through the effective formation of a route network / A.V. Likov, B. Sovetbekov, I.R. Sayidkamolov // Bulletin of the Kyrgyz-Russian Slavic University. 2021. Vol. 21. No. 8. pp. 51-57.

3. Passenger transportation in the Central part of the city of Vologda-grad / A.V. Kulikov, S.Yu. Firsova, V.V. Gorina; VolgSTU. Volgograd, 2015. pp. 78-83.

4. Kulikov, A.V. Characteristics of the current state of public passenger transport networks in Dubovka and Akhtubinsk / A.V. Kulikov, A. N. Kashmanova // Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. 2017. Vol. 5, No. 6(32). pp. 31-34.

5. Tkachenko, Ya. O. Improving the organization of small and large capacity buses of various forms of ownership on the suburban route No. 149 "Volgograd-Dijon – Spartanovka" / Ya. O. Tkachenko, A.V. Kulikov // Current directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. 2017. Vol. 5, No. 6(32). pp. 58-61.

6. Kulikov, A.V. Interaction of municipal and private modes of transport in Volgograd / A.V. Kulikov, E. E. Strogova, M. M. Bochkareva // Proceedings of the Volgograd State University. Series: Ground transportation systems. 2004. No. 3. pp. 131-132.

7. General course: studies. manual / A.V. Kulikov, S.A. Shiryayev, L.B. Mirotin; VolgSTU. Volgograd, 2016. 160 p.

8. Ensuring multimodality in tourist routes on the example of the Volga-Kaliningrad region / A.V. Kulikov, A.P. Tyukov, D.E. Yerkin, A.A. Kulikov // World of transport and technological machines. 2024. № 3-1(86). Pp. 12-22. DOI 10.33979/2073-7432-2024-3-1(86)-12-22.

9. Kulikov, A.V. Prospects for "seamless" passenger transportation in the transport systems of Russian cities with millions (on the example of Volgograd) / A.V. Kulikov, L.B. Mirotin, A.A. Valkovskaya // Sociology of the city. 2022. No. 1-2. pp. 93-116. DOI 10.35211/19943520_2022_1-2_93.

Куликов А.В.

канд. техн. наук, доцент кафедры автомобильные перевозки, Волгоградский государственный технического университет, г. Волгоград, РФ

Рассоха А.Д.

бакалавр кафедры автомобильные перевозки, Волгоградский государственный технического университет, г. Волгоград, РФ

Куликов А.А.

бакалавр кафедры автомобильные перевозки, Волгоградский государственный технического университет, г. Волгоград, РФ

Kulikov A.V.

Ph.D. of technical sciences, associate professor of the department Automobile Transportation, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation

Rassokha A.D.

bachelor's degree of the department Automobile Transportation, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation

Kulikov A.A.

bachelor's degree of the department Automobile Transportation, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОБУСОВ НА МАРШРУТЕ № 21 «ЖД ВОКЗАЛ ВОЛГОГРАД-1 – ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ ЗАВОД»

INVESTIGATION OF BUS PERFORMANCE INDICATORS ON ROUTE № 21 "VOLGOGRAD-1 RAILWAY STATION – TOOL FACTORY"

Аннотация. Пассажирские перевозки были и остаются важнейшей составной частью автотранспортной продукции. Они позволяют повысить мобильность населения, что в свою очередь влияет на эффективную деятельность людей. Для исследования показателей функционирования автобусов был выбран городской маршрут № 21, который обслуживается такими предприятиями, как МУП «ВПАТП №7» и ООО «Волгоградский автобусный парк». Перевозка пассажиров выполняется в круглогодичном режиме, ежедневно с 6:00 до 22:00.

Ключевые слова: пассажирские перевозки, функционирование автобусов, маршрут № 21, среднечасовой интервал, остановочные пункты.

Abstract. Passenger transportation has been and remains the most important component of motor transport products. They make it possible to increase the mobility of the population, which in turn affects the effective activity of people. To study the performance indicators of buses, the city route № 21 was selected, which is serviced by such enterprises as the Municipal Unitary Enterprise «ВПАТП № 7» and LLC «Volgograd Bus Park». Passenger transportation is carried out year-round, daily from 6:00 to 22:00.

Keywords: passenger transportation, bus operation, route №21, average hourly interval, stopping points

В данной статье объектом исследования является изучения показателей функционирования городского маршрута № 21 «ЖД Вокзал Волгоград-1– Инструментальный завод». Городской маршрут № 21 соединяет между собой 3 района: Центральный, Краснооктябрьский, Тракторозаводский.

Целью данной работы является анализ показателей функционирования автобусов на городском маршруте № 21. Для достижения цели разработаны и решены следующие задачи: изучены схемы маршрута в прямом и обратном направлении с замерами расстояний между остановочными пунктами; получена

выборка времени простоя автобусов на остановочных пунктах; выявлены интервалы движения между автобусами маршрута № 21 по часам суток и дням недели, с выделением периодов «час пик», и спада пассажиропотока; определено количество автобусов, находящихся в рейсе.

Протяженность данного маршрута составляет: «ЖД Вокзал Волгоград-1 – Инструментальный завод» – 22,42 км; «Инструментальный завод – ЖД Вокзал Волгоград-1» – 22,1 км. Расстояния между остановочными пунктами представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Остановочные пункты в прямом и обратном направлении

В прямом направлении	Расстояние, м	В обратном направлении	Расстояние, м
1	2	3	4
1. Железнодорожный вокзал 1 - Комсомольская улица/Центральный рынок	1130	1. Инструментальный завод – Рынок	409
2. Комсомольская улица/Центральный рынок – Дом техники/Комсомольская улица	292	2. Рынок – Улица Академика Бардина/Гаражи	218
3. Дом техники/Комсомольская улица – Новороссийская улица/Невская улица	1030	3. Улица Академика Бардина/Гаражи – Улица Героев Тулы	462
4. Новороссийская улица/Невская улица – ЦКД Родина	258	4. Улица Героев Тулы – Улица Гидростроителей	639
5. ЦКД Родина – ЦКД Родина	210	5. Улица Гидростроителей – Монумент	872
6. ЦКД Родина – Двинская улица	477	6. Монумент – Улица Грамши/Школа №61	787
7. Двинская улица – Улица Ткачева	259	7. Улица Грамши/Школа №61 – Гостиница Старт	606
8. Улица Ткачева – Красные казармы	332	8. Гостиница Старт – Новая Спартановка	513
9. Красные казармы – Улица Хиросимы	503	9. Новая Спартановка – Парк Памяти	286
10. Улица Хиросимы – Мамаев курган/Телецентр	2000	10. Парк Памяти – Улица Кропоткина	272
11. Мамаев курган/Телецентр – Улица Чайковского	1080	11. Улица Кропоткина – Институт	1200
12. Улица Чайковского – Улица Мичурина	337	12. Институт – Школа №3	657
13. Улица Мичурина – Улица Менделеева	715	13. Школа №3 – Рынок ТЗР	519
14. Улица Менделеева – Улица 39-й Гвардейское Дивизии	333	14. Рынок ТЗР – Улица Батова/Кинотеатр Старт	836
15. Улица 39-й Гвардейское Дивизии – Газовая	360	15. Улица Батова/Кинотеатр Старт – Горный поселок	355

1	2	3	4
16. Газовая – Проспект Metallургов/Улица Маршала Еременко	652	16. Горный поселок – Тарифная улица	496
17. Проспект Metallургов/Улица Маршала Еременко – Богунская улица	347	17. Тарифная улица – Улица Ватутина	456
18. Богунская улица – Улица Генерала Штеменко/Кинотеатр Юность	500	18. Улица Ватутина – ЖКО	437
19. Улица Генерала Штеменко / Кинотеатр Юность – Магазин Медтехника	382	19. ЖКО – ТК Титовский	338
20. Магазин Медтехника – Улица Хользунова	453	20. ТК Титовский – Улица Германа Титова	246
21. Улица Хользунова – Улица Германа Титова	357	21. Улица Германа Титова – Улица Хользунова	324
22. Улица Германа Титова – ЖКО	461	22. Улица Хользунова – Магазин Медтехника	351
23. ЖКО – Улица Ватутина	331	23. Магазин Медтехника – Улица Генерала Штеменко/Кинотеатр Юность	469
24. Улица Ватутина – Ополченская улица	553	24. Улица Генерала Штеменко / Кинотеатр Юность – Богунская улица	490
25. Ополченская улица – Горный поселок	521	25. Богунская улица – Проспект Metallургов	400
26. Горный поселок – Улица Батова / Кинотеатр Старт	382	26. Проспект Metallургов – Газовая	526
27. Улица Батова/Кинотеатр Старт – Рынок ТЗР	787	27. Газовая – Улица 39-й Гвардейской Дивизии	325
28. Рынок ТЗР – Школа №3	413	28. Улица 39-й Гвардейской Дивизии – Улица Менделеева	459
29. Школа №3 – Площадь Дзержинского	250	29. Улица Менделеева – Улица Мичурина	633
30. Площадь Дзержинского – Институт	525	30. Улица Мичурина – Улица Чайковского	284
31. Институт – Улица Кропоткина	1060	31. Улица Чайковского – Мамаев курган / Телецентр	1250
32. Улица Кропоткина – Парк Памяти	362	32. Мамаев курган/Телецентр – Улица Хиросимы	1830
33. Парк Памяти – Новая Спартановка	337	33. Улица Хиросимы – Красные казармы	387
34. Новая Спартановка – Гостиница Старт	507	34. Красные казармы – Улица Ткачева	514
35. Гостиница Старт – Улица Грамши/Школа №61	571	35. Улица Ткачева – Двинская улица	291
36. Улица Грамши/Школа №61 – Монумент	810	36. Двинская улица – ЦКД Родина	578
37. Монумент – Улица Гидростроителей	720	37. ЦКД Родина – Новороссийская улица/Невская улица	297
38. Улица Гидростроителей – Улица Героев Тулы	704	38. Новороссийская улица/Невская улица – Железнодорожный вокзал	197
39. Улица Героев Тулы – Улица Академика Бардина/Гаражи	439	39. Железнодорожный вокзал – Комсомольская улица / Центральный рынок	1060
40. Улица Академика Бардина / Гаражи – Рынок	196	40. Комсомольская улица / Центральный рынок – Железнодорожный вокзал 1	832
41. Рынок – Инструментальный завод	485		
ИТОГО	22,42		22,1

По данным значениям были построены графики расстояния между промежуточными остановочными пунктами (рис. 1).

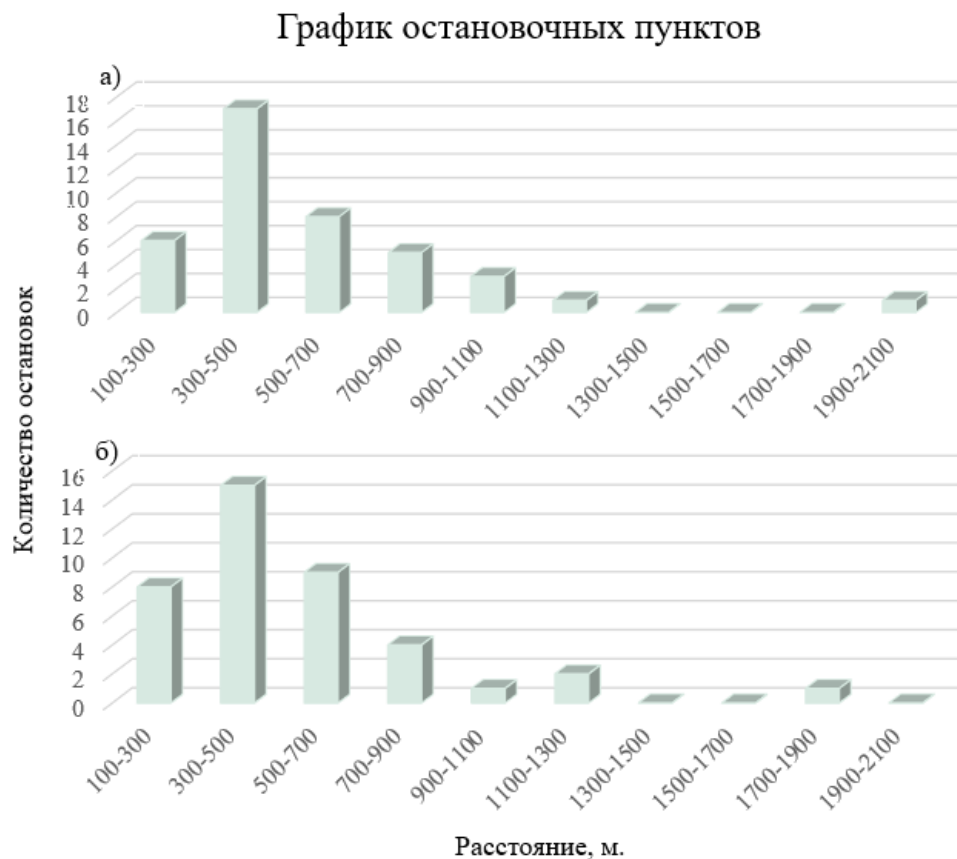


Рисунок 1 – График расстояний между промежуточными остановочными пунктами:
а) в прямом направлении; б) в обратном направлении

На маршруте № 21 были проведены исследования по часам суток и дням недели интервалы движения между автобусами и их фактическое количество (табл. 2).

Таблица 2 – Интервалы движения между автобусами и количество автобусов на маршруте

	Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница	Суббота	Воскресенье
6:00	8 (11:25, 14:56, 10:09)	8 (14:43, 12:39, 14:22)	7 (12:08, 13:54, 17:11)	9 (11:44, 7:09, 11:55)	9 (12:33, 14:02, 14:47)	9 (12:39, 12:39, 14:09)	8 (11:42, 13:39, 14:30)
7:00	8 (12:44, 13:43, 9:01)	8 (14:48, 13:54, 17:54)	9 (11:18, 18:43, 17:36)	9 (11:21, 12:20, 12:25)	9 (14:31, 9:03, 10:43)	8 (14:40, 13:30, 12:30)	8 (15:43, 15:30, 16:39)
8:00	7 (12:15, 16:54, 14:32)	7 (11:54, 12:41, 8:08)	9 (8:04, 9:01, 12:52)	9 (14:29, 13:34, 16:42)	9 (14:32, 12:22, 15:30)	9 (15:38, 13:48, 13:41)	8 (12:31, 12:33, 16:42)
9:00	9 (7:23, 8:18, 6:32)	7 (16:04, 15:32, 15:39)	8 (12:45, 11:04, 12:44)	8 (15:38, 16:31, 17:32)	8 (13:32, 11:39, 13:32)	9 (14:39, 15:32, 13:56)	9 (16:38, 15:07, 17:40)
10:00	9 (15:01, 13:29, 17:32)	9 (11:54, 14:43, 13:48)	9 (12:23, 13:54,16:32)	7 (14:29, 13:04, 14:34)	8 (11:41, 12:38,14:36)	9 (13:38, 14:38, 13:09)	9 (13:49, 14:09, 13:49)
11:00	8 (15:54, 13:12,17:43)	9 (7:04, 8:43, 12:49)	9 (13:39, 12:42, 11:38)	8 (14:39, 11:28, 13:42)	9 (13:32, 14:34, 13:49)	9 (15:29, 13:32, 14:49)	9 (12:45, 16:38, 15:39)
12:00	8 (11:55, 16:12, 10,01)	9 (7:10, 8:12, 9:34)	9 (12:13, 12:48, 11:13)	9 (13:23, 14:27, 13:59)	9 (9:04, 10:49, 12:38)	8 (14:39, 13:04, 13:39)	8 (14:38, 13:49, 13:25)
13:00	9 (12:51, 11:41, 11:03)	8 (9:23, 5:09, 8:48)	9 (11:29, 13:14, 11:03)	10 (11:39, 12:21, 12:30)	9 (13:39, 16:31, 15:03)	8 (13:34, 13:47, 14:48)	7 (14:12, 14:16, 14:48)
14:00	8 (13:55, 12:21, 12:11)	8 (12:54, 13:52, 10:32)	9 (13:20, 14:32, 13:32)	10 (13:33,13:48, 15:32)	10 (12:39, 16:42, 16:20)	9 (16:30, 14:39, 13:46)	7 (15:09, 16:43, 17:43)
15:00	8 (14:48, 13:22, 15:33)	8 (12:12, 13:43, 12:54)	9 (12:38, 11:43, 14:35)	9 (14:03, 12:09, 13:32)	8 (13:29, 14:30, 16:36)	9 (13:48, 14:48, 15:03)	8 (15:49, 18:09, 17:03)
16:00	8 (7:09, 11:12,8:28)	8 (13:43, 12:32, 12:54)	9 (12:32, 14:19, 11:45)	9 (14:21, 12:35, 14:33)	9 (16:29, 15:03, 15:32)	8 (15:38, 15:49, 15:09)	9 (15:43, 13:38, 18:54)
17:00	7 (11:43, 10,09, 13:32)	8 (10:09,10:54,12:54)	8 (14:32, 15:28, 12:06)	9 (14:23, 13:48, 14:39)	9 (15:20, 15:27, 16:28)	8 (16:47, 15:39, 17:42)	7 (12:35, 14:32, 16:04)
18:00	7 (9:23, 12:01, 11:12)	7 (12:43, 12:09, 14:54)	8 (14:04, 13:32, 14:07)	9 (14:27, 13:39, 15:39)	9 (16:32, 14:29, 13:23)	8 (15:38, 13:48, 16:09)	9 (15:38, 16:39, 15:07)
19:00	7 (7:08, 12:12, 10:09)	8 (11:54, 14:54, 12:26)	8 (13:43, 15:32, 14:58)	8 (14:32,13:35,16:32)	8 (11:30, 13:39, 13:32)	8 (12:38, 16:04, 17:39)	9 (14:38, 17:18, 17:14)
20:00	7 (13:21, 14:53, 13:13)	7 (13:43, 12:44,15:38)	8 (13:32, 14:37, 13:49)	8 (17:39, 19:32, 18:30)	8 (14:20, 13:39, 14:30)	8 (15:08, 17:42,18:29)	8 (15:38, 15:30, 14:09)
21:00	6 (16:21, 18:43, 18:09)	7 (18:38, 19:28, 23:39)	7 (17:30, 18:48, 21:29)	(18:35, 22:03, 24:20)	8 (18:31, 21:31, 21:58)	7 (18:49, 19:39, 23:06)	8 (17:09, 23:52, 21:09)
22:00	6 (21:43,19:05, 17:05)	6 (24:04, 25:39, 27:05)	7 (25:28, 26:38, 28:27)	5 (28:39, 32:43, 29:04)	7 (27:32, 35:31,32:38)	7 (25:09, 27:08, 34:58)	5 (19:06, 34:58, 35:49)

На основе данных, представленных в табл. 2, проведем расчет среднечасового интервала и определим количество автобусов по часам суток и дням недели.

Таблица 3 – Среднечасовой интервал и среднее количество автобусов по часам суток и дням недели

День недели	Понедельник			
	6:00-10:00	11:00-15:00	16:00-20:00	21:00-22:00
Среднечасовой интервал, мин.	12,07	10,49	10,92	18,37
Среднее количество автобусов	8	8	7	6

Вывод: Наибольшее количество автобусов приходится на период времени с 6:00 до 15:00 (9 ед.), наибольший интервал движения – с 21:00 до 22:00 (18,37 мин).

Таблица 4 – Среднечасовой интервал и среднее количество автобусов по часам суток и дням недели

День недели	Вторник			
Часы суток	6:00-10:00	11:00-15:00	16:00-20:00	21:00-22:00
Среднечасовой интервал, мин.	13,65	9,98	12,67	22,92
Среднее количество автобусов	8	9	8	7

Вывод: Наибольшее количество автобусов приходится на период времени с 11:00 до 15:00 (9 ед.), наибольший интервал движения – с 21:00 до 22:00 (22,92 мин).

Таблица 5 – Среднечасовой интервал и среднее количество автобусов по часам суток и дням недели

День недели	Среда			
Часы суток	6:00-10:00	11:00-15:00	16:00-20:00	21:00-22:00
Среднечасовой интервал, мин.	13,15	12,49	13,7	22,83
Среднее количество автобусов	8	9	8	7

Вывод: Наибольшее количество автобусов приходится на период времени с 11:00 до 15:00 (9 ед.), наибольший интервал движения – с 21:00 до 22:00 (22,83 мин).

Таблица 6 – Среднечасовой интервал и среднее количество автобусов по часам суток и дням недели

День недели	Четверг			
Часы суток	6:00-10:00	11:00-15:00	16:00-20:00	21:00-22:00
Среднечасовой интервал, мин.	13,36	13,17	15	25,74
Среднее количество автобусов	8	9	9	6

Вывод: Наибольшее количество автобусов приходится на период времени с 11:00 до 20:00 (9 ед.), наибольший интервал движения – с 21:00 до 22:00 (25,74 мин).

Таблица 7 – Среднечасовой интервал и среднее количество автобусов по часам суток и дням недели

День недели	Пятница			
	6:00-10:00	11:00-15:00	16:00-20:00	21:00-22:00
Часы суток	6:00-10:00	11:00-15:00	16:00-20:00	21:00-22:00
Среднечасовой интервал, мин.	12,77	13,78	11,94	26
Среднее количество автобусов	9	9	9	8

Вывод: Наибольшее количество автобусов приходится на период времени с 6:00 до 20:00 (9 ед.), наибольший интервал движения – с 21:00 до 22:00 (26 мин).

Таблица 8 – Среднечасовой интервал и среднее количество автобусов по часам суток и дням недели

День недели	Суббота			
	6:00-10:00	11:00-15:00	16:00-20:00	21:00-22:00
Часы суток	6:00-10:00	11:00-15:00	16:00-20:00	21:00-22:00
Среднечасовой интервал, мин.	13,69	14,15	15,78	24,61
Среднее количество автобусов	8	9	8	7

Вывод: Наибольшее количество автобусов приходится на период времени с 11:00 до 15:00 (9 ед.), наибольший интервал движения – с 21:00 до 22:00 (24,61 мин)

Таблица 9 – Среднечасовой интервал и среднее количество автобусов по часам суток и дням недели

День недели	Воскресенье			
	6:00-10:00	11:00-15:00	16:00-20:00	21:00-22:00
Часы суток	6:00-10:00	11:00-15:00	16:00-20:00	21:00-22:00
Среднечасовой интервал, мин.	14,48	15,17	15,35	25,15
Среднее количество автобусов	8	8	8	7

Наибольшее количество автобусов приходится на период времени с 6:00 до 20:00 (8 ед.), наибольший интервал движения – с 21:00 до 22:00 (25,15 мин.)

По результатам исследования, построим графики среднего количества автобусов и интервалов движения между автобусами по часам суток и дням недели (рис.2, 3)

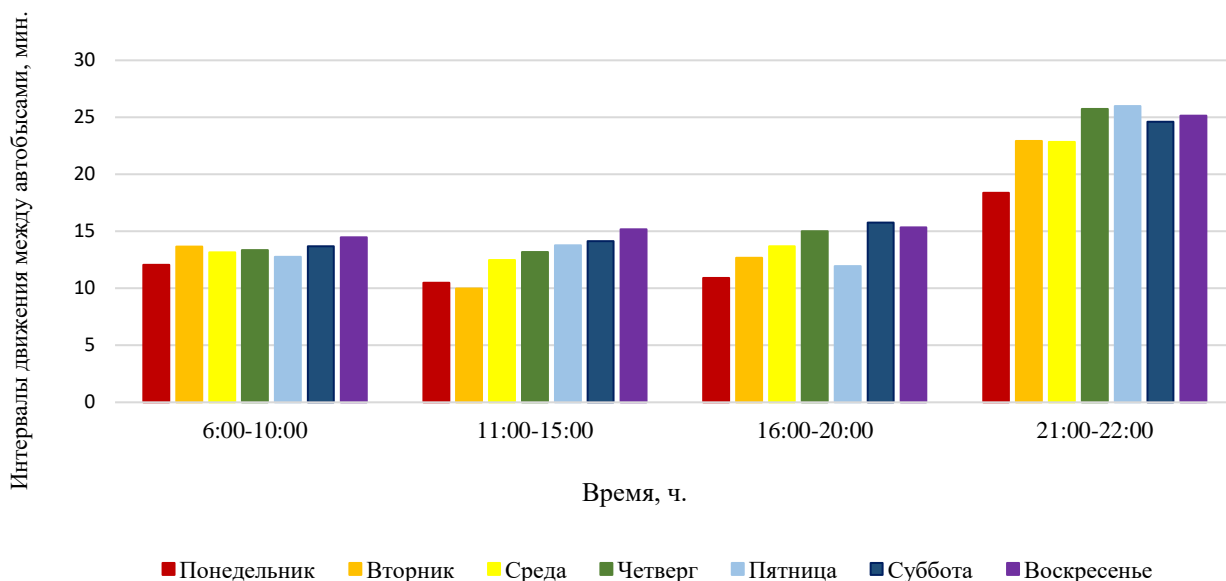


Рисунок 2 – График среднего количества автобусов по часам суток и дням недели

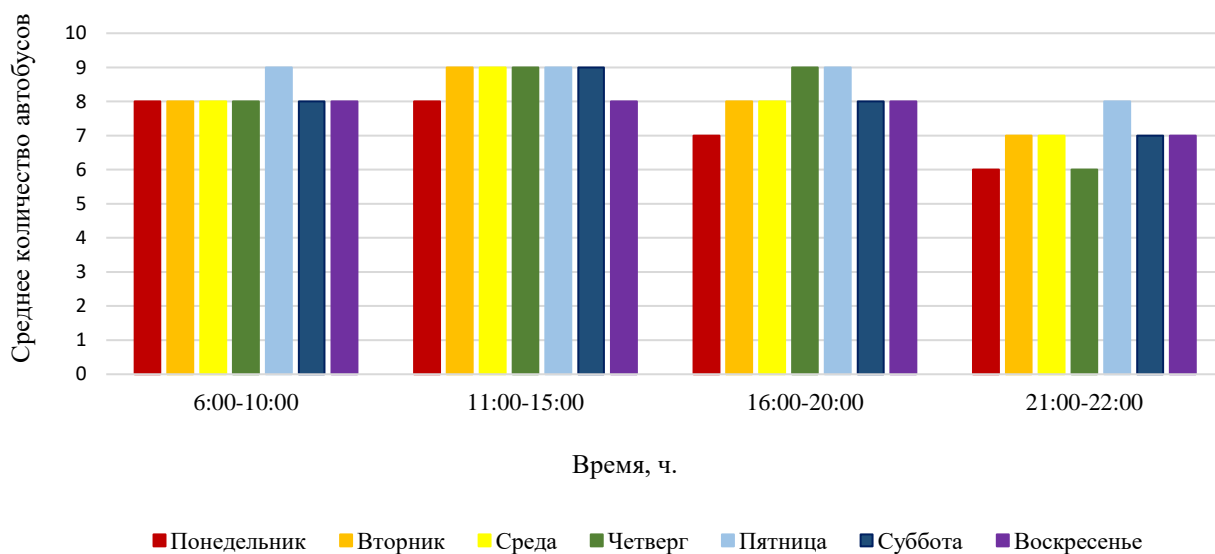


Рисунок 3 – График интервалов движения между автобусами по часам суток и дням недели

Проанализировав полученные данные при расчете и построение графиков, можно увидеть, что с большим интервалом автобусы по маршруту № 21 ездят в период с 21:00 – 22:00.

Проанализировав график, видно, что наибольшее количество автобусов приходится на будние дни, соответственно, наименьшее количество на выходные дни.

Данный маршрут является востребованным для жителей г. Волгограда. Для обеспечения регулярности движения транспорта, требуется проведение до-

полнительных исследований для повышения эффективности и качества работы автобусов [1, 2, 3]. Необходимо организовать работу маршрута № 21 во взаимосвязи с другими видами городского пассажирского транспорта [4, 5, 6, 7, 8, 9].

В работе исследованы основные показатели функционирования автобусов на городском маршруте № 21:

1. Изучены схемы маршрута в прямом (22,4 км) и обратном направлении (22,1) с замерами расстояний между остановочными пунктами (среднее расстояние в прямом – 540 м, а в обратном – 550 м).

2. Получена выборка времени простоя автобусов на остановочных пунктах (в разные дни недели) и определены средние интервалы между прибытием автобусов на промежуточные остановочные пункты маршрута (понедельник – 12,8 мин.; вторник – 13,3 мин.; среда – 14,2 мин.; четверг – 15,2 мин.; пятница – 15,1 мин.; суббота – 15,7 мин.; воскресенье – 16,2 мин.)

3. Определено количество автобусов, находящийся в рейсе (среднее значение: утро – 8 ед., обед – 9 ед., вечер – 7 ед.).

Список литературы

1. Куликов, А. В. Совершенствование пассажирских перевозок в центральной части города Волгограда / А. В. Куликов, С. Ю. Фирсова, В. В. Горина // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия: Наземные транспортные системы. – 2015. – Т. 10, № 4(162). – С. 78-83.

2. Куликов, А. В. Совершенствование организации перевозок пассажиров на городских маршрутах общественного транспорта за счет эффективного формирования маршрутной сети / А. В. Куликов, Б. Советбеков, И. Р. У. Сайидкамолов // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. – 2021. – Т. 21, № 8. – С. 51-57.

3. Ткаченко, Я. О. Совершенствование организации работы автобусов малой и большой вместимости различной формы собственности на пригородном маршруте № 149 "Городище – Спартановка" города Волгограда / Я. О. Ткаченко, А. В. Куликов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2017. – Т. 5, № 6(32). – С. 58-61.

4. Обеспечение мультимодальности в туристических маршрутах на примере Волгоградской области / А. В. Куликов, А. П. Тюков, Д. Е. Еркин, А. А. Куликов // Мир транспорта и технологических машин. – 2024. – № 3-1(86). – С. 12-22. – DOI 10.33979/2073-7432-2024-3-1(86)-12-22.

5. Куликов, А. В. Онтология в логистическом обеспечении туристических автобусных маршрутов / А. В. Куликов, Д. Е. Еркин, А. А. Куликов // Транспортные системы и дорожная инфраструктура Крайнего Севера : Сборник материалов IV Всероссийского форума, Якутск, 28–29 марта 2024 года. – Якутск: Издательский дом СВФУ, 2024. – С. 241-248.

6. Еркин, Д. Е. Анализ туристических автобусных маршрутов выполняемых автотранспортными предприятиями Волгограда / Д. Е. Еркин, А. В. Куликов // Прогрессивные технологии в транспортных системах : Материалы XVIII международной научно-практической конференции, Оренбург, 15–17 ноября 2023 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2023. – С. 183-191.

7. Куликов, А. В. Возможность применения телематических систем в узлах взаимодействия пассажирского транспорта города-миллионника на примере г. Волгограда / А. В. Куликов, А. А. Вальковская // Прогрессивные технологии в транспортных системах : Материалы XVIII международной научно-практической конференции, Оренбург, 15–17 ноября 2023 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2023. – С. 224-231. – EDN UYSKNS.

8. Куликов, А. В. Концепция развития туристических автобусных маршрутов в сельскохозяйственных районах Волгоградской области / А. В. Куликов, А. П. Тюков, Д. Е. Еркин // Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса : Сборник трудов Международной научно-практической конференции, Волгоград, 13–14 декабря 2023 года. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2023. – С. 368-373.

9. Куликов, А. В. Перспективы "бесшовных" перевозок пассажиров в транспортных системах российских городов-миллионников (на примере Волгограда) / А. В. Куликов, Л. Б. Миротин, А. А. Вальковская // Социология города. – 2022. – № 1-2. – С. 93-116. – DOI 10.35211/19943520_2022_1-2_93.

References

1. Kulikov, A.V. Passenger transportation in the central part of the city of Volgograd / A.V. Kulikov, S. Y. Firsova, V. V. Gorina // Proceedings of the Volgograd State Technical University. Series: Ground transportation systems. – 2015. – vol. 10, No. 4(162). – pp. 78-83.

2. Kulikov, A.V. Improving the organization of passenger transportation on urban public transport routes due to the effective formation of a route network / A.V. Kulikov, B. Sovetbekov, I. R. U. Sayidkamolov // Bulletin of the Kyrgyz-Russian Slavic University. – 2021. – vol. 21, No. 8. – pp. 51-57.

3. Tkachenko, Ya. O. Improving the organization of small and large capacity buses of various forms of ownership on the suburban route No. 149 "Gorodishche – Spartanovka" of Volgograd / Ya. O. Tkachenko, A.V. Kulikov // Current directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. – 2017. – Vol. 5, No. 6(32). – pp. 58-61.

4. Ensuring multimodality in tourist routes on the example of the Volgograd region / A.V. Kulikov, A.P. Tyukov, D.E. Yerkin, A.A. Kulikov // World of transport and technological machines. – 2024. – № 3-1(86). – Pp. 12-22. – DOI 10.33979/2073-7432-2024-3-1(86)-12-22.

5. Kulikov, A.V. Ontology in logistics of tourist bus routes / A.V. Kulikov, D.E. Yerkin, A.A. Kulikov // Transport Systems and road transport infrastructure of the Far North: a collection of materials of the IV All-Russian Economic Forum, Yakutsk, March 28-29, 2024. – Yakutsk: NEFU Publishing House, 2024. – pp. 241-248.

6. Yerkin, D.E. Analysis of tourist bus routes operated by autotransport enterprises of Volgograd / D.E. Yerkin, A.V. Kulikov // Progressive technologies in transport systems: materials of the XVIII international scientific and practical conference, Orenburg, November 15-17, 2023. – Orenburg: Orenburg State University, 2023. – pp. 183-191.

7. Kulikov, A.V. The possibility of using telematics systems in the nodes of interaction of passenger transport in a million-plus city on the example of Volgograd / A.V. Kulikov, A.A. Valkovskaya // Progressive technologies in transport systems: materials of the XVIII international scientific and practical conference, Orenburg, November 15-17, 2023. – Orenburg: Orenburg State University, 2023. – pp. 224-231. – EDN UYSKNS.

8. Kulikov, A.V. The concept of development of tourist bus routes in rural areas of the Volgograd region / A.V. Kulikov, A.P. Tyukov, D.E. Dkin // Actual problems and prospects of development of the construction complex: Proceedings of the International scientific and practical conference, Volgograd, December 13-14, 2023. – Volgograd: Volgograd State Technical University, 2023. – pp. 368-373.

9. Kulikov, A.V. Prospects for "seamless" passenger transportation in the transport systems of Russian cities with millions (on the example of Volgograd) / A.V. Kulikov, L.B. Mirotin, A.A. Valkovskaya // Sociology of the city. – 2022. – No. 1-2. – pp. 93-116. – DOI 10.35211/19943520_2022_1-2_93.

Куликов А.В.

канд. техн. наук, доцент кафедры автомобильные перевозки, Волгоградский государственный технического университет, г. Волгоград, РФ

Куликов А.А.

бакалавр кафедры автомобильные перевозки, Волгоградский государственный технического университет, г. Волгоград, РФ

Залонцев Д.А.

магистрант кафедры автомобильные перевозки, Волгоградский государственный технического университет, г. Волгоград, РФ

Kulikov A.V.

Ph.D. of technical sciences, associate professor of the department of Automobile Transportation, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation

Kulikov A.A.

bachelor's degree of the department Automobile Transportation, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation

Zalontsev D.A.

Undergraduate student, Department of Automobile Transportation, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation

АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОБУСОВ НА МАРШРУТЕ № 61 «ШКОЛА № 3 – ВЕРХНЕЗАРЕЧЕНСКОЕ КЛАДБИЩЕ»

ANALYSIS OF TECHNICAL AND OPERATIONAL PERFORMANCE INDICATORS OF BUSES ON ROUTE No. 61 "SCHOOL No. 3 – VERKHNEZARECHENSKOYE CEMETERY"

Аннотация. Для эффективного функционирования маршрута № 61 необходимо постоянно проводить исследования значений: пассажиропотоков и технико-эксплуатационных показателей используемых автобусов. Пассажиропотоки характеризуются неравномерностями по времени суток и зависят от потребности населения г. Волгограда в перемещениях. Провозные возможности выпускаемых автобусов на линию должны соответствовать возникающим пассажиропотокам. Проведенные исследования включали: изучение схем движения автобусов по маршруту № 61; определение расстояний между остановочными пунктами; определение вероятностных характеристик случайной величины (времени простоя автобуса на промежуточных остановочных пунктах маршрута № 61); определение количества автобусов на маршруте и интервалов между ними по часам суток и дням недели. В статье предложены перспективные пути развития маршрутной сети городского пассажирского транспорта Волгограда.

Ключевые слова: показатели функционирования, пассажирские перевозки, функционирование автобусов, городской маршрут, маршрут № 61, среднечасовой интервал, остановочные пункты.

Abstract: For the effective functioning of route No. 61, it is necessary to constantly conduct research on the values of passenger traffic and technical and operational indicators of the buses used. Passenger flows are characterized by irregularities in time of day and depend on the needs of the population of Volgograd for movement. The transportation capabilities of the buses produced on the line should correspond to the emerging passenger flows. The conducted research included: studying bus traffic patterns along route No. 61; determining the distances between stopping points; determining the probability characteristics of a random variable (bus downtime at the intermediate stopping points of route No. 61); determining the number of buses on the route and the intervals between them by hours of the day and days of the week. The article presents promising ways to develop the route network of urban passenger transport in Volgograd.

Keywords: performance indicators, passenger transportation, operation of motorways, urban route, route No. 61, hourly average interval, stopping points.

Пассажи́рские перево́зки являются важной социально значимой услугой для жителей крупного города и его агломерации [1, 2, 3, 4]. Маршрут № 61 является важным маршрутом для жителей пос. Заречный. Маршрут обеспечивает связь поселка с центром Тракторозаводского района г. Волгограда. Перевозка пассажиров выполняется ежедневно с 5:40 до 23:30, в круглогодичном режиме. Длина маршрута составляет в прямом направлении – 6 км, в обратном – 6,2 км. На маршруте одинаковое количество остановок (12 ед.) как в прямом, так и в обратном направлениях.

В табл. 1 приведены результаты замеров расстояний между остановочными пунктами в прямом и обратном порядке следования автобусов.

Таблица 1 – Распределение расстояния между остановочными пунктами

Прямое	Расстояние, м	Обратное	Расстояние, м
3-я школа – Рынок ВГТЗ	477	Верхнезареченское кладбище – пос. Верхнезареченский	818
Рынок ВГТЗ – ДК Тракторозаводского р-на	258	пос. Верхнезареченский – Малый магазин	521
ДК Тракторозаводского р-на – Дегтярёва	275	Малый магазин – Большой магазин	617
Дегтярёва – Школа 17	952	Большой магазин – Магазин промышленных товаров	336
Школа 17 – ст. Верхнезареченская	461	Магазин промышленных товаров – Магазин (Путиловская)	348
ст. Верхнезареченская – Школа 26	933	Магазин (Путиловская) – Школа 26	825
Школа 26 – Магазин (Путиловская)	373	Школа 26 – ст. Верхнезареченская	397
Магазин (Путиловская) – Магазин промышленных товаров	324	ст. Верхнезареченская – Школа 17	258
Магазин промышленных товаров – Большой магазин	592	Школа 17 – Дегтярёва	978
Большой магазин – Малый магазин	544	Дегтярёва – ДК Тракторозаводского р-на	725
Малый магазин – пос. Верхнезареченский	521	ДК Тракторозаводского р-на – Рынок ВГТЗ	426
пос. Верхнезареченский – Верхнезареченское кладбище	802	Рынок ВГТЗ – Школа №3	467
Среднее значение	542,7	Среднее значение	559,7

Для исследования времени простоя автобусов на промежуточных остановочных пунктах (табл. 2) была получена выборка случайной величины, которая составила 336 значение, рассчитаны значения математического ожидания ($M(t) = 8,5$ с), дисперсии ($D(t) = 20,6$ с²), теоретические частоты попадания в интервалы, были определены слагаемые критерия Пирсона, благодаря которым был определен закон распределения. Сделан вывод о том, что распределения случайной величины, соответствует нормальному закону.

Таблица 2 – Расчет характеристик случайной величины

№	Границы интервалов, с	Средины интервалов, с	Опытная частота (n_i^*)	Опытная частота (P_i)	Накопленная частота ($F(t)$)	m_i^*t p	$m_i^*t^2$ ²	Теоритические числа попадания в интервалы, n_i	Теоритические вероятности, P_i	Слагаемые критерия Пирсона, χ^2
1	0-2	1	20	0,059524	0,0595	20	20	15,5824	0,04	1,252
2	2-4	3	41	0,122024	0,1815	123	369	35,4848	0,08	0,857
3	4-6	5	42	0,125	0,3065	210	1050	42,7056	0,13	0,012
4	6-8	7	46	0,136905	0,4434	322	2254	53,8688	0,16	1,149
5	8-10	9	68	0,202381	0,6458	612	5508	56,3296	0,17	2,418
6	10-12	11	46	0,136905	0,7827	506	5566	51,2064	0,15	0,529
7	12-14	13	28	0,083333	0,866	364	4732	37,1952	0,11	2,273
8	14-16	15	19	0,056548	0,9226	285	4275	22,3104	0,07	0,491
9	16-18	17	16	0,047619	0,9702	272	4624	14,0544	0,03	0,269
10	18-20	19	10	0,029762	1	190	3610	7,2	0,01	1,089
Σ	-	-	336	1	-	2902	32008	335,9376	0,96	10,341

Выдвигаемую гипотезу о принадлежности к нормальному закону распределения исследуемой случайной величины проверим с помощью критерия χ^2 -квадрат (критерий Пирсона). Принимаем уровень значимости $\alpha=0,05$. Число степеней свободы – 8. $P(\chi^2, K)=P(2; 8)=15,51 > 0,05$. Гипотеза о принадлежности опытных данных к нормальному закону подтверждается.

Принадлежности опытных данных к нормальному закону не отвергается и по критерию Романовского $K_p = \frac{\chi^2 - n}{\sqrt{2n}} = \frac{10,34 - 10}{\sqrt{2 \cdot 10}} = 0,08 < 3$.

Согласно проведенному расчету и построенной гистограмме (рис. 1) можно сделать вывод, что распределение случайной величины (время простоя на промежуточных остановках) соответствует нормальному закону.

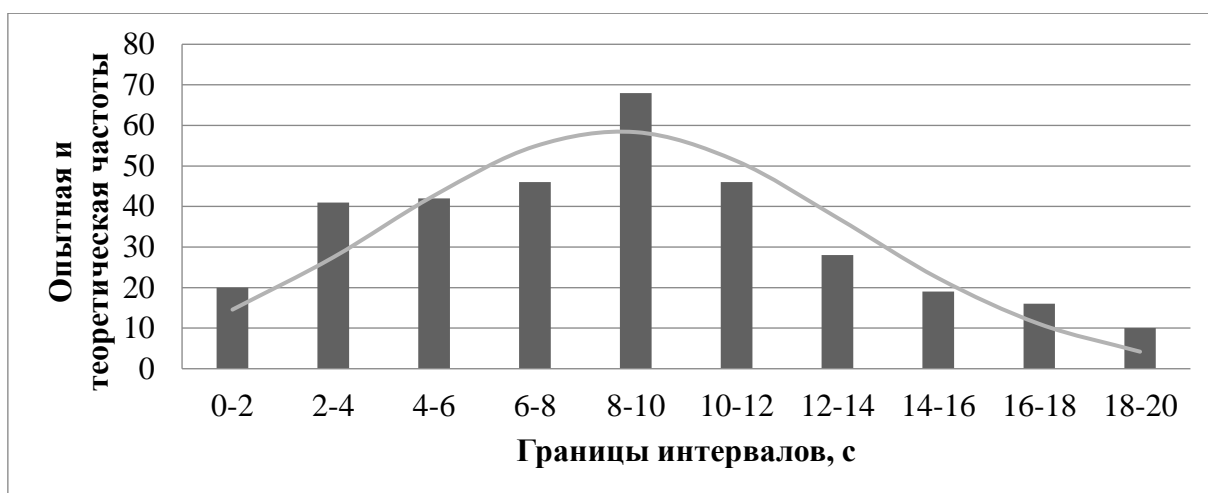


Рисунок 1 – Опытная и теоретическая частоты попадания случайной величины в интервалы группировки

В работе по часам и дням неделям были определены средние интервалы движения между автобусами и среднее количество автобусов на маршруте № 61. Полученные данные представлены в табл. 3 и на рис. 2.

Таблица 3 – Среднечасовой интервал и среднее количество автобусов по дня недели

	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
1	2	3	4	5	6	7	8
6:00	4 (7:02, 6:45, 7:10)	5 (6:58,7:10, 7:05)	6 (7:08, 6:54, 7:11)	4 (7:18, 7:09, 6:55)	4 (7:10, 7:02, 6:47)	5 (6:49, 7:09, 7:03)	4 (7:22, 7:02, 7:10)
7:00	5 (7:34, 7:43, 7:50)	6 (7:48, 7:54, 7:59)	4 (8:18, 7:43, 7:36)	5 (7:21, 7:45, 8:05)	5 (7:31, 8:03, 7:43)	4 (7:40, 7:30, 7:51)	4 (7:45, 7:33,7:21)
8:00	4 (7:43, 7:43, 8:01)	4 (7:58, 8:04, 8:02)	4 (7:48,7:53, 8:10)	4 (8:15, 7:21,7:58)	5 (7:51, 8:07,8:03)	4 (7:44, 7:50, 8:01)	4 (8:05, 8:03, 7:51)
9:00	4 (9:53, 10:18, 9:52)	4 (10:53, 9:48, 10:12)	4 (8:59, 9:43, 10:52)	4 (10:43, 8:58, 9:23)	4 (9:32, 10:02, 9:12)	5 (8:43, 9:36, 10:12)	4 (9:12, 10:08, 7:42)
10:00	3 (13:01, 13:29, 12:32)	4(11:54, 13:43, 13:48)	3 (12:23, 13:54, 12:32)	2 (12:29, 13:04, 13:34)	3 (12:41, 13:38, 13:36)	3 (13:38, 12:38, 13:09)	4 (13:49, 13:09, 12:49)
11:00	3 (13:54, 13:12,13:43)	3 (12:04, 13:43, 12:49)	3 (12:39, 13:42, 12:38)	3 (13:39, 14:28, 12:42)	3 (13:32, 13:34, 13:34)	3 (13:29, 13:32, 11:49)	3 (13:45, 14:38, 12:39)
12:00	3 (12:55, 13:12, 12,01)	3 (11:10, 13:12, 12:34)	3 (12:13, 12:58, 13:13)	3 (13:23, 11:27, 13:55)	3 (13:04, 12:49, 12:38)	3 (14:39, 13:04, 12:29)	3 (12:38, 13:47, 13:25)
13:00	3 (13:41, 14:11, 13:15)	3 (13:23, 14:09, 13:48)	3 (11:59, 13:14, 13:03)	3 (13:39, 13:21, 13:10)	2 (13:39, 13:41, 14:54)	2 (13:34, 13:47, 14:48)	2 (14:12, 14:16, 14:48)
14:00	2 (15:55, 16:21, 14:41)	3 (15:12, 17:01, 15:22)	2 (14:55, 15:31, 16:10)	3 (14:48, 15:59, 16:41)	2 (16:18, 15:36, 17:01)	2 (16:11, 17:07, 15:36)	2 (17:01, 16:15, 14:25)
15:00	2 (14:38, 15:22, 15:33)	3 (14:12, 13:43, 13:45)	2 (13:38, 13:43, 16:35)	2 (14:23, 15:09, 13:52)	2 (13:29, 14:30, 16:36)	3 (13:48, 14:58, 15:13)	2 (15:49, 15:09, 14:03)

1	2	3	4	5	6	7	8
16:00	3 (10:09, 11:12, 10:28)	2 (10:43, 12:32, 12:54)	3 (11:32, 11:19, 10:45)	3 (11:21, 10:35, 11:33)	4 (10:29, 11:23, 10:32)	3 (11:28, 10:55, 11:09)	4 (10:43, 11:18, 11:54)
17:00	4 (9:43, 10:09, 19:32)	3 (10:09, 10:54,9:54)	3 (10:32, 9:28, 10:06)	4 (10:13, 9:48, 9:59)	3 (9:55, 10:27, 10:18)	3 (9:47, 10:39, 10:12)	3 (10:15, 10:22, 10:04)
18:00	4 (9:23, 10:01, 9:52)	4 (9:43, 10:09, 9:54)	3 (10:04, 9:52, 10:07)	3 (10:27, 10:09, 10:11)	4 (10:12, 10:29, 9:43)	3 (9:58, 10:22, 10:09)	3 (10:38, 9:59, 10:07)
19:00	3 (10:08, 11:12, 10:09)	3 (11:14, 10:54, 10:26)	4 (11:13, 10:32, 9:58)	3 (10:32, 10:55,10:37)	3 (11:30, 10:39, 10:35)	3 (11:08, 10:04, 11:28)	3 (11:01, 11:18, 10:54)
20:00	2 (15:21, 14:53, 15:13)	2 (15:35, 14:44,15:38)	2 (21:32, 19:37, 20:49)	2 (20:12, 20:32, 21:02)	2 (19:47, 20:39, 20:35)	2 (21:08, 19:42,20:59)	2 (20:41, 20:30, 20:09)
21:00	2 (21:03, 20:44, 20:05)	1 (20:38, 20:55, 22:11)	2 (19:38, 20:33, 21:10)	2(20:35, 22:02, 19:20)	1 (20:31, 21:13, 20:58)	2 (20:49, 19:43, 22:06)	2 (20:09, 20:52, 21:01)
22:00	2 (19:01, 20:05, 19:55)	2 (20:14, 21:39, 20:15)	2 (20:28, 20:12, 21:14)	1 (20:19, 20:43, 19:55)	2 (18:59, 19:31,20:08)	2 (20:04, 17:58, 19:45)	2 (19:46, 22:58, 19:54)

По результатам проведенного исследования среднее количество автобусов на линии маршрута № 61 составило: 5 ед. в утренние часы; 3 ед. в обеденное время; 2 ед. в вечернее. На рис. 2 показано среднечасовые интервалы между прибытием автобусов на промежуточные остановочные пункты маршрута № 61: 7,02 мин. в утренние часы; 13 мин. в обеденное время; 20,3 мин. в вечернее.

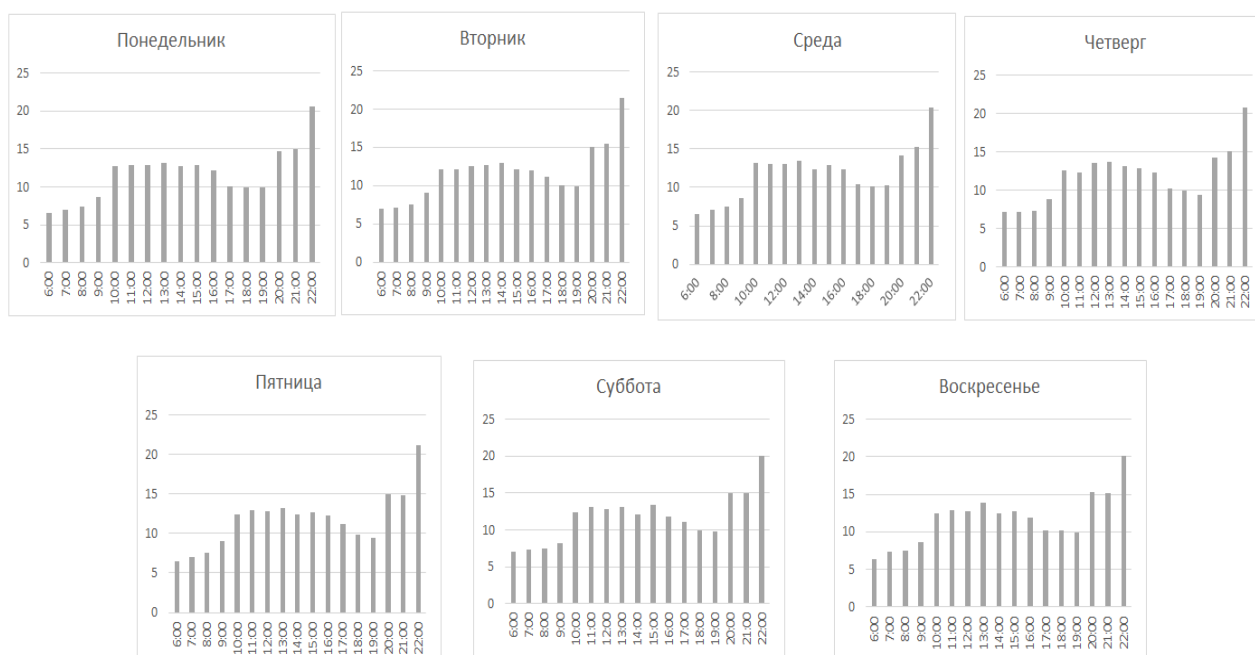


Рисунок 2 – Графики среднечасовых интервалов между автобусами маршрута № 61 по дням недели и часам суток

Городской маршрут № 61 «Школа № 3 – Верхнезареченское кладбище» в настоящее время является востребованным для жителей г. Волгограда. Использование систем телематики в организации работы маршрута позволит повысить эффективность функционирования автобусов и качество обслуживания пассажиров, обеспечить мультимодальность поездок [5, 6, 7, 8]. Исследованы основные показатели функционирования автобусов на городском маршруте № 61. Протяженность маршрута в прямом направлении – 6 км, в обратном 6,2 км. Среднее расстояние между остановочными пунктами маршрута № 61: в прямом – 543 м; в обратном – 560 м. Получена выборка случайной величины объемом 336 значений. Математическое ожидание времени простоя автобусов на промежуточных остановках маршрута № 61 составляет – 8,5 с, дисперсия – 20,8 с². Закономерность распределения случайной величины соответствует нормальному закону. времени простоя автобусов на остановочных пунктах (в разные дни недели) и определены средние интервалы между прибытием автобусов на промежуточные остановочные пункты маршрута: в утренние часы – 7,02 мин.; в обеденное время – 13 мин.; в вечернее – 20,3 мин. Рассчитано среднее количество автобусов, находящийся в рейсе: 5 ед. утром; 3 ед. в обед; 2 ед. вечером.

Список литературы

1. Куликов, А. В. Совершенствование организации перевозок пассажиров на городских маршрутах общественного транспорта за счет эффективного формирования маршрутной сети / А. В. Куликов, Б. Советбеков, И. Р. У. Сайидкамолдов // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. – 2021. – Т. 21, № 8. – С. 51-57. – DOI 10.36979/1694-500X-2021-21-8-51-57.
2. Еремина, А. В. Разработка методики для определения необходимого количества автобусов городского пассажирского транспорта / А. В. Еремина, С. Ю. Константинов, Д. В. Целищев // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2018. – № 4. – С. 33-43. – DOI 10.15593/24111678/2018.04.04.
3. Куликов, А. В. Совершенствование пассажирских перевозок в центральной части города Волгограда / А. В. Куликов, С. Ю. Фирсова, В. В. Горина // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия: Наземные транспортные системы. – 2015. – Т. 10, № 4(162). – С. 78-83.
4. Куликов, А. В. Взаимодействие муниципального и частного видов транспорта в Волгограде / А. В. Куликов, Е. Е. Строгова, М. М. Бочкарева // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия: Наземные транспортные системы. – 2004. – № 3. – С. 131-132.
5. Куликов, А. В. Возможность применения телематических систем в узлах взаимодействия пассажирского транспорта города-миллионника на примере Г. Волгограда / А. В. Куликов, А. А. Вальковская // Прогрессивные технологии в транспортных системах : Материалы XVIII международной научно-практической конференции, Оренбург, 15–17 ноября 2023 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2023. – С. 224-231.
6. Ткаченко, Я. О. Совершенствование организации работы автобусов малой и большой вместимости различной формы собственности на пригородном маршруте № 149 "Городище – Спартановка" города Волгограда / Я. О. Ткаченко, А. В. Куликов // Актуальные

направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2017. – Т. 5, № 6(32). – С. 58-61.

7. Обеспечение мультимодальности в туристических маршрутах на примере Волгоградской области / А. В. Куликов, А. П. Тюков, Д. Е. Еркин, А. А. Куликов // Мир транспорта и технологических машин. – 2024. – № 3-1(86). – С. 12-22. – DOI 10.33979/2073-7432-2024-3-1(86)-12-22.

8. Куликов, А. В. Перспективы "бесшовных" перевозок пассажиров в транспортных системах российских городов-миллионников (на примере Волгограда) / А. В. Куликов, Л. Б. Миротин, А. А. Вальковская // Социология города. – 2022. – № 1-2. – С. 93-116. – DOI 10.35211/19943520_2022_1-2_93.

References

1. Kulikov, A. V. Improving the organization of passenger transportation on urban public transport routes due to the effective formation of a route transport network / A. V. Kulikov, B. Sovetbekov, I. R. U. Sayidkamolov // Bulletin of the Kyrgyz-Russian Slavic University. – 2021. – Vol. 21, No. 8. – pp. 51-57. – DOI 10.36979/1694-500X-2021-21-8-51-57.

2. Eremina, A. V. Development of a methodology for determining the required number of buses for urban passenger transport / A. V. Eremina, S. Yu. Konstantinov, D. V. Tselishchev // Transport. Transport facilities. Ecology. – 2018. – No. 4. – pp. 33-43. – DOI 10.15593/24111678/2018.04.04.

3. Kulikov, A. V. Passenger transportation in the central part of the city of Volgograd / A. V. Kulikov, S. Yu. Firsova, V. V. Gorina // Proceedings of the Volgograd State Technical University. Series: Ground transportation systems. – 2015. – vol. 10, No. 4(162). – pp. 78-83.

4. Kulikov, A. V. Interaction of municipal and private modes of transport in Volgograd / A. V. Kulikov, E. E. Strogova, M. M. Bochkareva // Proceedings of the Volgograd State Technical University. Series: Ground transportation systems. – 2004. – No. 3. – pp. 131-132.

5. Kulikov, A. V. The possibility of using telematics systems in interconnection nodes-the actions of passenger transport in a million-plus city on the example of Volgograd / A. V. Kulikov, A. A. Valkovskaya // Progressive technologies in transport systems: materials of the XVIII international scientific and practical conference, Orenburg, November 15-17, 2023. – Orenburg: Orenburg State University, 2023. – pp. 224-231.

6. Tkachenko, Ya. O. Improving the organization of small and large capacity buses of various forms of ownership on the suburban route No. 149 "Volgograd-Dijon – Spartanovka" / Ya. O. Tkachenko, A.V. Kulikov // Current directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. – 2017. – Vol. 5, No. 6(32). – pp. 58-61.

7. Ensuring multimodality in tourist routes on the example of the Volga-Kaliningrad region / A. V. Kulikov, A. P. Tyukov, D. E. Yerkin, A. A. Kulikov // World of transport and technological machines. – 2024. – № 3-1(86). – Pp. 12-22. – DOI 10.33979/2073-7432-2024-3-1(86)-12-22.

8. Kulikov, A.V. Prospects for "seamless" passenger transportation in the transport systems of Russian cities with millions (on the example of Volgograd) / A. V. Kulikov, L. B. Mirodin, A. A. Valkovskaya // Sociology of the city. – 2022. – No. 1-2. – pp. 93-116. – DOI 10.35211/19943520_2022_1-2_93.

Куликов А.В.

канд. техн. наук, доцент кафедры автомобильные перевозки, Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, РФ

Куликов А.А.

бакалавр кафедры автомобильные перевозки, Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, РФ

Kulikov A.V.

Ph.D. of technical sciences, associate professor of the department of Automobile Transportation, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation

Kulikov A. A.

bachelor's degree of the department of Automobile Transportation, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation

АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОБУСОВ НА МАРШРУТЕ № 68 «ПОСЁЛОК ВОДСТРОЙ – ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ ЗАВОД»

ANALYSIS OF TECHNICAL AND OPERATIONAL PERFORMANCE INDICATORS OF BUSES ON ROUTE No. 68 "VODSTROY SETTLEMENT – TOOL FACTORY"

Аннотация. В г. Волгограде на данный момент автобусные перевозки выполняют МУП «ВПАП №7», ООО «Волгоградский автобусный парк», Волжская АК №1732, МУП Метроэлектротранс, ПАТП-2, Автоколонна 1208 [1, 2, 3]. В статье приведены результаты анализа технико-эксплуатационных показателей функционирования автобусов на городском маршруте № 68 «Пос. Водстрой – Инструментальный завод». Изучены схемы маршрута в прямом и обратном направлениях с замерами расстояний между остановочными пунктами; получена выборка вероятностной величины – времени простоя автобусов на остановочных пунктах и определена ее закономерность распределения; определены интервалы движения между автобусами маршрута № 68 по часам суток с выделением периодов «час пик» и спада пассажиропотока по дням недели.

Ключевые слова: технико-эксплуатационные показатели, пассажирские перевозки, функционирование автобусов, маршрут № 68, среднечасовой интервал движения, остановочные пункты.

Abstract. In Volgograd, at the moment, bus transportation is carried out by CBM "VPAP No. 7", LLC "Volgograd Bus Park", Volzhskaya AK No. 1732, CBM Metroelek-trotrans, PATP-2, Convoy 1208 [1, 2, 3]. The article presents the results of the analysis of technical and operational indicators of the functioning of buses on the city route No. 68 "Pos. Vodstroy is a Tool factory". The route schemes in the forward and reverse directions with measurements of distances between stopping points were studied; a sample of the probabilistic value was obtained – the downtime of buses at stopping points and its distribution pattern was determined; the intervals of movement between buses of route No. 68 by the hour of the day were determined with the allocation of periods of "rush hour" and decline in passenger traffic by weekdays- Lee.

Keywords: technical and operational indicators, passenger transportation, operation of motorways, route No. 68, average hourly traffic interval, stopping points.

В статье проведено исследование технико-эксплуатационных показателей функционирования автобусов на маршруте № 68 «Пос. Водстрой – Инструментальный завод» г. Волгограда по ранее разработанным методам [4, 5, 6]. Данный маршрут проходит по территории густонаселенного Тракторозаводского

района города и обслуживается ООО «Волгоградский автобусный парк». За 2023 г. объем перевезенных пассажиров на маршруте № 68 составил более 2,281 млн пасс. Перевозка пассажиров выполняется ежедневно с 6:55 до 23:10 в круглогодичном режиме.

Длина маршрута составляет в прямом направлении – 15,8 км, а в обратном – 16,1 км. Количество остановок в прямом направлении – 29 ед., а в обратном – 28 ед. В табл. 1 и на рис. 1, 2 представлены названия остановок маршрута № 68 и определенные расстояния между ними.

Таблица 1 – Расстояния по перегонам маршрута № 68

В обратном направлении			В прямом направлении		
№, п/п	Наименование	Расстояние, м	№, п/п	Наименование	Расстояние, м
1	Инструментальный завод	357	1	Поселок Водстрой	494
2	Рынок		356	2	
3	Улица Академика Бардина / Гаражи	233		3	По требованию
4	Улица Героев Тулы	269	4	Звезда	710
5	Улица Гидростроителей	722	5	Улица Костюченко	725
6	Монумент	574	6	Поселок Заречный	817
7	Улица Грамши / Школа № 61	1050	7	ЖБИ-2	576
8	Гостиница Старт	409	8	Гаражи № 19	518
9	Новая Спартановка	595	9	Алюминиевый завод	338
10	Парк Памяти	566	10	Алюминиевское кладбище	365
11	Улица Кропоткина	990	11	Экономико-технический колледж	1070
12	Институт	462	12	Автобаза № 4	531
13	Школа № 3	1260	13	ДК ВГАЗ	274
14	Рынок ТЗР	292	14	Рынок ТЗР	404
15	Завод ВгТЗ	257	15	Школа № 3	717
16	ДК ВГАЗ	522	16	Площадь Дзержинского	1350
17	Автобаза № 4	656	17	Институт	370
18	Экономико-технический колледж	1200	18	Улица Кропоткина	1010
19	Алюминиевское кладбище		19	Парк Памяти	

В обратном направлении			В прямом направлении		
№, п/п	Наименование	Расстояние, м	№, п/п	Наименование	Расстояние, м
		271			516
20	Алюминиевый завод	285	20	Новая Спартановка	1140
21	Пожарный пруд	512	21	Гостиница Старт	1030
22	Гаражи № 19	608	22	Улица Грамши / Школа № 61	623
23	ЖБИ-2	781	23	Монумент	658
24	Поселок Заречный	869	24	Улица Гидростроителей	261
25	Улица Костюченко	638	25	Улица Героев Тулы	248
26	Звезда	462	26	Улица Академика Бардина / Гаражи	349
27	По требованию	216	27	Рынок	348
28	Профессиональное училище № 54	402	28	Инструментальный завод	
29	Поселок Водстрой				

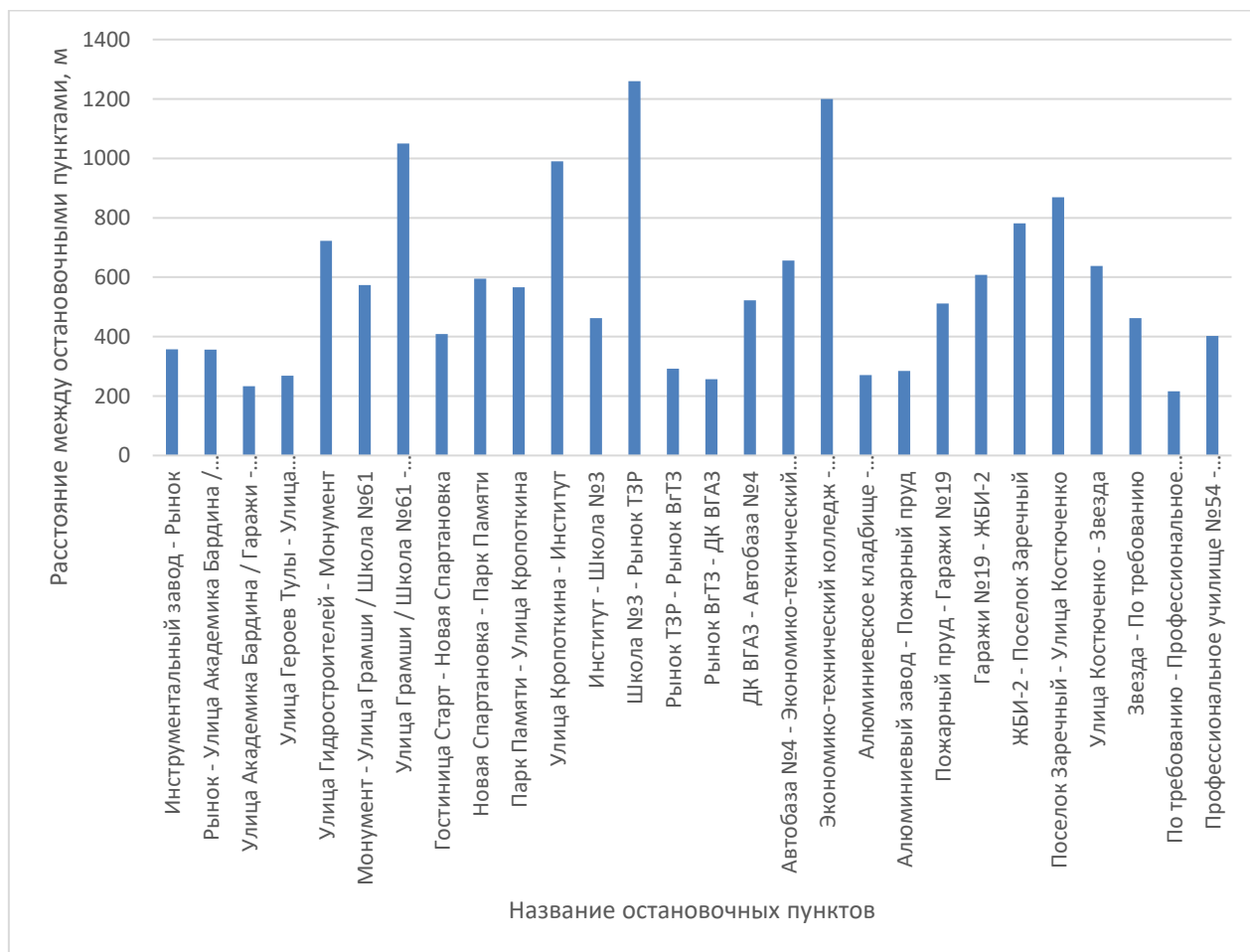


Рисунок 1 – Расстояние между остановочными пунктами в обратном направлении

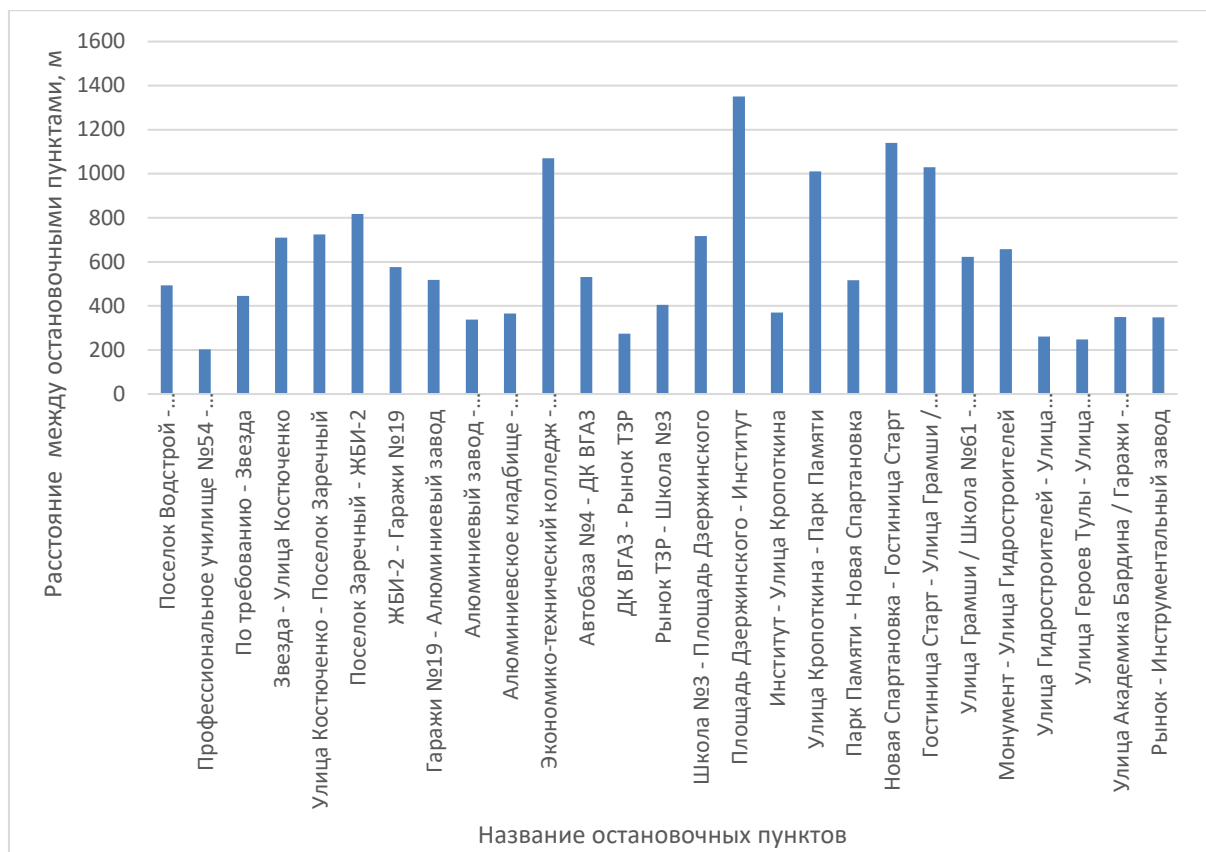


Рисунок 2 – Расстояние между остановочными пунктами в прямом направлении

Для исследования времени простоя автобусов на промежуточных остановочных пунктах получена выборка случайной величины (400 значений), рассчитаны математическое ожидание ($M(t) = 8,15$ с) и дисперсия ($D(t) = 39$ с²), теоретические частоты попадания в интервалы группировки. Сделан предварительный вывод о том, что экспериментальные данные могут принадлежать закону распределения Эрланга 3 порядка.

Таблица 2 – Статистическая обработка экспериментальных данных

Статистическая обработка экспериментальных данных									
№	Границы интервалов	Середина интервалов	Частота попадания в интервал, m_i^*	Частота, P_i^*	$m_1^*t_{ci}$	$m_1^*t_{ci}^2$	Теоритические вероятности, P_i	Теоритические числа попадания в интервалы, m_i	Слагаемые критерия Пирсона, χ^2
1	0-4	2	89	0,2225	178	356	0,16	63,12	10,6
2	4-8	6	142	0,355	852	5112	0,24	94,96	23,3
3	8-12	10	106	0,265	1060	10600	0,24	96,16	1
4	12-16	14	40	0,1	560	7840	0,16	65,52	9,9
5	16-20	18	10	0,025	180	3240	0,07	29,76	13,1
6	20-24	22	3	0,0075	66	1452	0,02	9,56	4,5
7	24-28	26	2	0,005	52	1352	0,01	1,924	0,003
8	28-32	30	0	0	0	0	0	0,2472	0,2472
9	32-36	34	1	0,0025	34	1156	0	0,0276	34,26
10	36-40	38	4	0,01	152	5776	0	0,0008	0
11	40-44	42	3	0,0075	126	5292	0	0	0
Σ			400	1	3260	42176	0,9	361,2796	96,9

Проверка правдоподобности принятой гипотезы о закономерности распределения случайной величины выполняем с помощью критерия Пирсона ($\chi^2 = 96,9$). Следовательно, по критерию Пирсона гипотеза о принадлежности опытных данных к закону Эрланга 3 порядка не подтверждается [7].



Рисунок 3 – Гистограмма распределения случайной величины и выравнивающая её теоретическая кривая закона Эрланга 3 порядка

Согласно полученному расчету и построенной гистограмме можно сделать вывод, что экспериментальные данные не принадлежат закону распределения Эрланга 3 порядка.

Для определения интервалов движения между автобусами маршрута № 68 «Посёлок Водстрой – Инструментальный завод» были произведены замеры для каждого часа работы автобусов на маршруте в разные дни недели.

Полученные данные представлены в табл. 3 и на рис. 4.

Таблица 3 – Среднечасовой интервал и среднее количество автобусов по дням недели

Среднечасовой интервал и среднее количество автобусов по дням недели							
День недели	ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
Среднечасовой интервал, мин.	14,02	14,76	15,91	16,05	14,53	27,0	26,7
Среднее количество автобусов, ед.	8	8	8	8	8	4	4

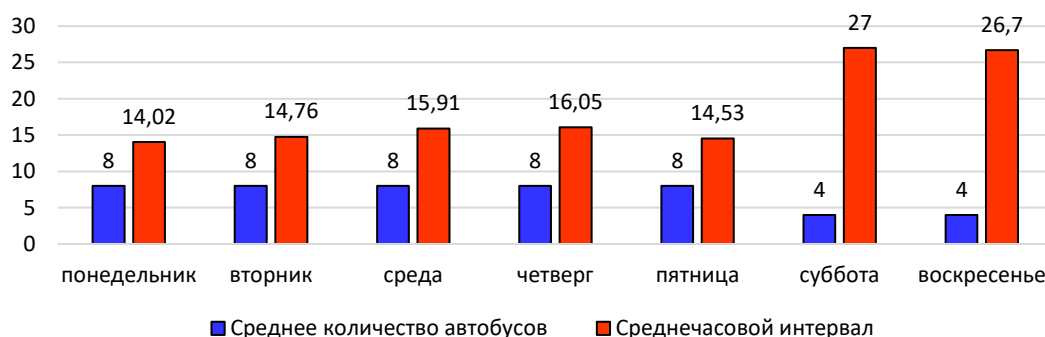


Рисунок 4 – График среднечасовых интервалов и среднего количества автобусов на маршруте № 68 по дням недели

На рис. 4 показано изменение количества автобусов и среднечасового интервала движения по дням недели. Самыми насыщенными днями по количеству

автобусов на маршруте являются рабочие дни (в среднем составляет 8 ед.). Наименьший среднечасовой интервал наблюдается в понедельник (14,02 мин.), а наибольшие среднечасовые интервалы в выходные дни (26,7 и 27,05 мин.).

Для анализа периодов «час пик» и спада пассажиропотока полученные данные были представлены в табл. 4, с помощью которой были построены графики на рис. 5 и рис. 6.

Таблица 4 – Среднечасовой интервал и среднее количество автобусов по часам

Время, ч	В будние дни		В выходные дни	
	среднечасовой интервал движения, мин.	среднее количество автобусов, ед.	среднечасовой интервал движения, мин.	среднее количество автобусов, ед.
6:00	10,66	6	29,20	3
7:00	10,75	7	26,50	4
8:00	13,85	8	26,32	4
9:00	15,40	8	27,92	4
10:00	17,12	8	27,10	5
11:00	18,40	9	30,68	5
12:00	14,63	9	28,50	5
13:00	15,40	9	28,25	5
14:00	14,90	9	27,30	5
15:00	15,31	8	28,15	5
16:00	13,16	8	28,00	4
17:00	9,33	9	26,50	4
18:00	9,75	9	25,50	4
19:00	11,66	8	25,83	5
20:00	18,33	6	27,00	5
21:00	21,00	5	27,16	5
22:00	22,60	4	27,66	4
23:00	22,50	3	30,33	3

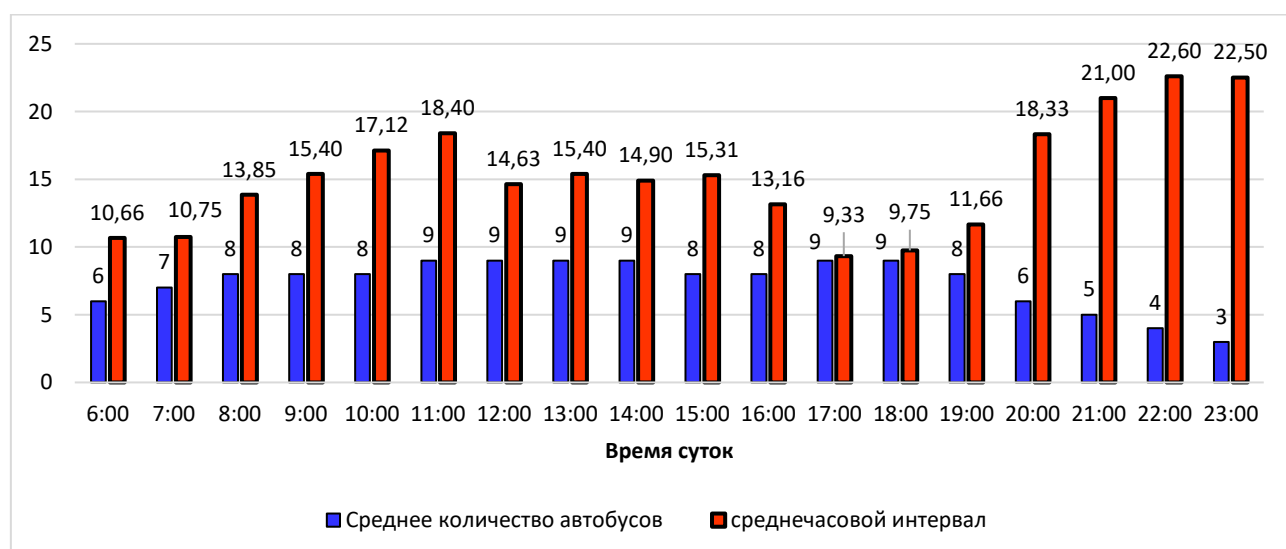


Рисунок 5 – График зависимости среднечасового интервала и среднего количества автобусов в будние дни

На рис. 5 показано изменение количества автобусов и среднечасовой интервал по часам суток в будние дни. Самыми насыщенными по количеству автобусов на маршруте являются временные интервалы: в обеденное время (с 11:00 до 15:00); в вечернее время (с 17:00 до 19:00), количество автобусов составляет 9 ед.

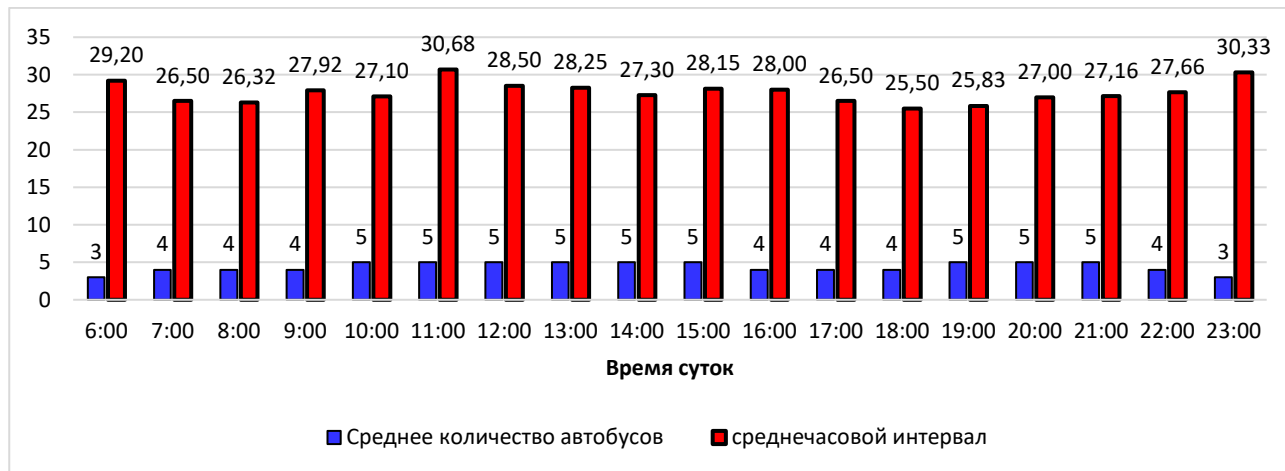


Рисунок 6 – График зависимости среднечасового интервала и среднего количества автобусов от времени суток в выходные дни

На рис. 6 показано изменение количества автобусов и среднечасовой интервал по часам суток в выходные дни. Максимальная загрузка маршрута в выходные дни с десяти до шестнадцати и с девятнадцати до двадцати двух часов

Таким образом, проведенные в работе исследования подтверждают целесообразность использования маршрута № 68, и, как следствие, дальнейшую его оптимизацию в интересах пассажиров. В работе определена длина маршрута по направлениям: 16,1 км в прямом; 15,8 км в обратном. Математическое ожидание времени простоя автобусов на промежуточных остановках составило 8,15 с. Максимальное количество автобусов на маршруте составило 10 ед.

Список литературы

1. Исследование показателей оценки функционирования и развития маршрутной сети общественного пассажирского транспорта в Волгограде / А.В. Куликов, Ю.В. Кузина // Молодой ученый. – 2017. – № 24 (158), ч. 2. – С. 159-167.
2. Совершенствование организации перевозок пассажиров на городских маршрутах общественного транспорта за счет эффективного формирования маршрутной сети / А.В. Куликов, Б. Советбеков, И.Р. Сайидкамолов // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. – 2021. – Т. 21. – № 8. – С. 51-57.
3. Совершенствование пассажирских перевозок в Центральной части города Волгограда / А.В. Куликов, С.Ю. Фирсова, В.В. Горина; ВолГТУ. – Волгоград, 2015. – С. 78-83.
4. Куликов, А.В. Характеристики современного состояния транспортных сетей общественного пассажирского транспорта г. Дубовки и г. Ахтубинска / А.В. Куликов, А.Н. Кашманова // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2017. – Т. 5, № 6(32). – С. 31-34.

5. Ткаченко, Я.О. Совершенствование организации работы автобусов малой и большой вместимости различной формы собственности на пригородном маршруте № 149 "Городище – Спартановка" города Волгограда / Я.О. Ткаченко, А.В. Куликов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2017. – Т. 5, № 6(32). – С. 58-61.
6. Куликов, А.В. Взаимодействие муниципального и частного видов транспорта в Волгограде / А.В. Куликов, Е.Е. Строгова, М.М. Бочкарева // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия: Наземные транспортные системы. – 2004. – № 3. – С. 131-132.
7. Дипломное проектирование / АВ. Вельможин, В. А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Куликов. – Волгоград : ВолГТУ, 2011. – 168 с. – ISBN 978-5-9948-0706-4.
8. Обеспечение мультимодальности в туристических маршрутах на примере Волгоградской области / А.В. Куликов, А.П. Тюков, Д.Е. Еркин, А.А. Куликов // Мир транспорта и технологических машин. – 2024. – № 3-1(86). – С. 12-22. – DOI 10.33979/2073-7432-2024-3-1(86)-12-22.
9. Куликов, А.В. Перспективы "бесшовных" перевозок пассажиров в транспортных системах российских городов-миллионников (на примере Волгограда) / А.В. Куликов, Л.Б. Миротин, А.А. Вальковская // Социология города. – 2022. – № 1-2. – С. 93-116. – DOI 10.35211/19943520_2022_1-2_93.

References

1. A study of indicators for assessing the functioning and development of the route network of public passenger transport in Volgograd / A.V. Kulikov, Yu.V. Kuzina // Young scientist. – 2017. – № 24 (158), Part 2. – pp. 159-167.
2. Improving the organization of passenger transportation on urban public transport routes through the effective formation of a route network / A.V. Kulikov, B. Sovetbekov, I.R. Sayidkamolov // Bulletin of the Kyrgyz-Russian Slavic University. – 2021. – Vol. 21. – No. 8. – pp. 51-57.
3. Passenger transportation in the Central part of the city of Volgograd / A.V. Kulikov, S.Yu. Firsova, V.V. Gorina; VolgSTU. – Volgograd, 2015. – pp. 78-83.
4. Kulikov, A.V. Characteristics of the current state of public passenger transport networks in Dubovka and Akhtubinsk / A.V. Kulikov, A. N. Kashmanova // Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. – 2017. – Vol. 5, No. 6(32). – pp. 31-34.
5. Tkachenko, Ya. O. Improving the organization of small and large capacity buses of various forms of ownership on the suburban route No. 149 "Volgograd-Dijon – Spartanovka" / Ya. O. Tkachenko, A.V. Kulikov // Current directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. – 2017. – Vol. 5, No. 6(32). – pp. 58-61.
6. Kulikov, A.V. Interaction of municipal and private modes of transport in Volgograd / A.V. Kulikov, E.E. Strogova, M.M. Bochkareva // Proceedings of the Volgograd State Technical University. Series: Ground transportation systems. – 2004. – No. 3. – pp. 131-132.
7. Diploma design / A.V. Velmozhin, VA. Gudkov, L. B. Mirotin, A.V. Kulikova. – Volgograd : VolgSTU, 2011. – 168 p. – ISBN 978-5-9948-0706-4.
8. Ensuring multimodality in tourist routes on the example of the Volga-Kaliningrad region / A.V. Kulikov, A.P. Tyukov, D.E. Yerkin, A.A. Kulikov // World of transport and technological machines. – 2024. – № 3-1(86). – Pp. 12-22. – DOI 10.33979/2073-7432-2024-3-1(86)-12-22.
9. Kulikov, A.V. Prospects for "seamless" passenger transportation in the transport systems of Russian cities with millions (on the example of Volgograd) / A.V. Kulikov, L.B. Mirotin, A.A. Valkovskaya // Sociology of the city. – 2022. – No. 1-2. – pp. 93-116. – DOI 10.35211/19943520_2022_1-2_93.

Сидоров А.А.

студент, Рязанский государственный
агротехнологический университета имени
П.А. Костычева, РФ

Гаврилин М.А.

студент, Рязанский государственный
агротехнологический университета имени
П.А. Костычева, РФ

Гаврилина О.П.

канд. техн. наук, доцент кафедры строительство
инженерных сооружений и механика, Рязанский
государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева, РФ

Sidorov A.A.

student, Ryazan state agrotechnological University
named after P.A. Kostychev, Russian Federation

Gavrilin M.A.

student, Ryazan state agrotechnological University
named after P.A. Kostychev, Russian Federation

Gavrilina O.P.

Ph.D. of technical Sciences, Associate Professor of the
Department of construction of engineering structures and
mechanics, Ryazan state agrotechnological University
named after P.A. Kostychev, Russian Federation

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА КАЧЕСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

ANALYSIS OF THE FACTORS, INFLUENCING THE QUALITY OF ROADS

Аннотация. В данной статье проводится анализ факторов, влияющих на качество автомобильных дорог. Рассматриваются главные аспекты выполнения дорожных работ. Делаются выводы о том, что необходимо для благоприятных условий функционирования дорожной сети

Ключевые слова: дорога, дорожное покрытие, контроль качества, безопасность, автомобиль, транспорт, интенсивность движения, тип местности, развязки, трасса, логистика, транспортная компания.

Abstract. This article analyzes the factors that influence the quality of roads. The main aspects of road works are considered. Conclusions are made about what is necessary for favorable conditions for the functioning of the road network.

Keywords: road, road surface, quality control, safety, automobile, transport, traffic intensity, type of terrain, interchanges, route, logistics, transport company.

Высокое качество дорожного покрытия является обязательным условием, от которого зависит уровень долговечности и безопасности (рисунок 1). Высокие нагрузки, которые постоянно оказываются на дорожное полотно, приводят к повышенному износу и быстрому выходу участков дороги из строя. Для обеспечения необходимых условий эксплуатации следует соблюдать эффективные технологии изготовления и обслуживания, а также учитывать ряд факторов, влияющих на качество автомобильных дорог.

Главным фактором, влияющим на повышенный износ дорожного полотна, является климатический пояс. В России автомобильные дороги должны исправно функционировать во все времена года. Температура, под воздействием которой находится покрытие, может варьироваться от минус сорока градусов зимой до плюс сорока летом. Для нормального функционирования в таких условиях требуется применять специальные технологии изготовления асфаль-

тобетонной смеси. Такие технологии включают в себя добавление следующих компонентов:

- высококачественно битума;
- специальных присадок;
- дорожных наполнителей;
- термоизоляторов;
- композитных материалов.

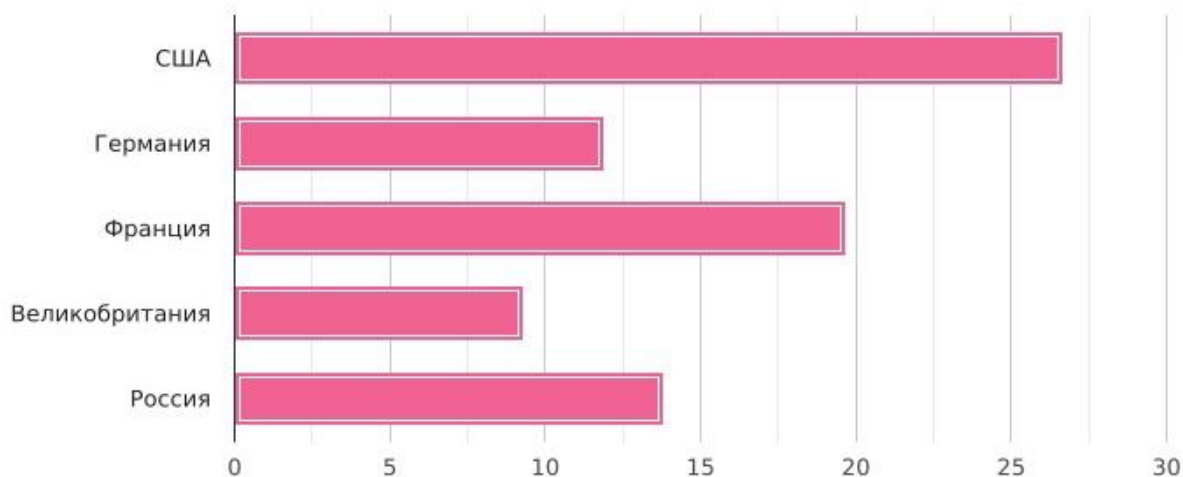


Рисунок 1 – Показатели плотности дорог на 1000 жителей, км

Высокая разница температур приводит к изменению химического состава дороги, из-за чего покрытие становится более уязвимым. Из-за этого с высокой долей вероятности (даже за достаточно короткий промежуток времени) появляются трещины и выбоины. Для поддержания нормального состояния дорог в суровых условиях функционирования необходимо проводить своевременное обслуживание. Своевременное обслуживание дорожного покрытия включает:

- аналитические работы, связанные с фиксированием неисправностей, возникающих на дороге;
- создание плана по ликвидации возникающих неисправностей;
- формирование бюджета, необходимого для выполнения ремонтных работ;
- закупку материалов и оборудования;
- формирование рабочего штата;
- точечный ямочный ремонт;
- ремонт наземных конструкций;
- капитальный ремонт дороги.

На качество автомобильной дороги достаточно серьезно влияют условия местности. Особое внимание следует уделять процессу выбора технологии конструирования в зависимости от конкретной территории. В условиях болотной местности достаточно эффективно применять специальную технологию усовершенствованного дренажа поверхностных вод. Это значительно повышает качество дорожного покрытия и позволяет преодолеть определённые ограничения.

Повышенный износ автомобильных путей возникает в период паводков, когда расположенные вблизи водоёмов дороги затапливаются. В результате

данного стихийного явления вымывается верхний слой дорожного полотна, что приводит к возникновению выбоин.

При строительстве мостов и многоуровневых дорог требуется соблюдать максимально высокую точность и учитывать следующие факторы, влияющие на срок их эксплуатации:

- явление резонанса;
- вероятность возникновения стихийных бедствий.

Явление резонанса является одним из важнейших аспектов, который необходимо прорабатывать во время конструирования моста. Данное явление возникает тогда, когда частоты собственных колебаний моста совпадают с частотами внешних сил. Резонанс характеризуется резким увеличением амплитуды колебаний и приводит к практически мгновенному разрушению конструкции. Для решения данной проблемы в мостостроительстве используют специальные технологии и модернизированные инженерные устройства, которые не дают рассмотренным частотам совпасть.

Стихийные бедствия приводят к раскачке моста и ускоряют выход его из строя. Поэтому при проектировании необходимо учитывать вероятностный аспект их возникновения и, исходя из него, принимать соответствующие стратегические решения.

Следующим фактором, влияющим на качество автомобильных дорог, является плотность транспортного потока (рисунок 2). Она зависит от:

- количества полос движения;
- от вида дороги;
- от местоположения;
- от времени суток.

Чем больше плотность транспортного потока, тем большая нагрузка оказывается на дорогу. Для разгрузки дорог с высоким уровнем трафика необходимо обеспечивать слаженную работу светофоров. Регулирование времени между сигналами позволяет управлять интенсивностью движения и устранять проблему транспортных заторов.

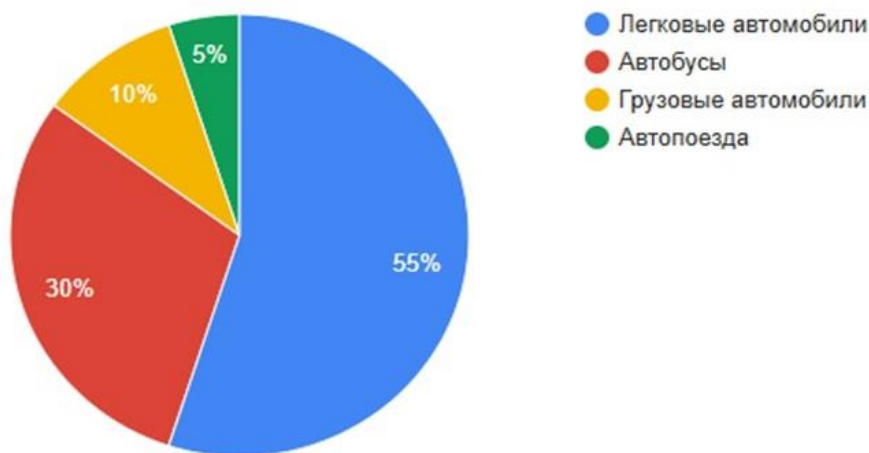


Рисунок 2 – Усреднённый состав транспортного потока, %

На федеральных трассах транспортная загруженность достаточно велика, что требует повышенного внимания со стороны обслуживающей компании и выделения дополнительных материальных средств из бюджета. Для повышения безопасности на дорогах, снижения рисков возникновения критического износа и дорожно-транспортных происшествий, применяют следующие меры:

- устанавливают ограничение скорости движения;
- обозначают особо опасные участки дорог;
- закрепляют за каждым участком дороги ответственное лицо;
- осуществляют контроль за состоянием дорожного покрытия;
- проводят профилактические работы;
- формируют аналитические базы данных;
- соблюдают срок выполнения работ;
- проводят проверки;
- занимаются научными исследованиями, направленными на повышение качества и срока эксплуатации дорожного полотна.

Анализ факторов, влияющих на качество автомобильных дорог, показывает, что для создания благоприятных условий функционирования дорожной системы необходимо соблюдать установленные технологии и осуществлять периодический контроль за их соблюдением. Работникам компании требуется вкладывать достаточно большое количество материальных средств, необходимых для использования высококачественного сырья, совершенствования работы сотрудников дорожных компаний, проведения научных исследований (например, направленных на проверку и улучшение состава асфальтобетонного покрытия).

Понимание факторов, влияющих на качество автомобильных дорог, позволяет со стороны транспортной компании принимать своевременные меры по предотвращению и устранению потенциальных проблем, что наилучшим образом сказывается на конечном результате.

Список литературы

1. Андреев, К.П. Городская логистика – современный подход к решению транспортных проблем городов / К.П. Андреев, Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса: Материалы Национальной научно-практической конференции. Рязань, 2020. – Часть II. – С. 308-311.

2. Карпушина, С.П. Повышение основных качеств дорожного покрытия при эксплуатации автомобильных дорог / С.П. Карпушина, Д.В. Колошеин, Л.А. Маслова // Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК: Материалы международной студенческой науч.-практ. конф. – 2021. – С. 289-292.

3. Лобосов, Д.А. Повышение качества дорожного строительства / Д.А. Лобосов, Д.В. Колошеин // Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК: Материалы Международной студенческой науч.-практ. конференции. – 2021. – С. 302-306.

4. Гаврилина, О.П. Усовершенствованная технология устройства дренажа поверхностных вод в конструкции земляного полотна при строительстве автомобильных дорог в заболоченной местности / О.П. Гаврилина, А.С. Попов // Вестник Совета молодых

ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2019. № 2 (9). С. 98-102.

References

1. Andreev, K.P. Urban logistics – a modern approach to solving transport problems of cities / K.P. Andreev, G.K. Rembalovich, V.V. Terentyev // Technological innovations as a factor of sustainable and effective development of the modern agro-industrial complex: Materials of the National Scientific and Practical Conference. Ryazan, 2020. – Part II. – pp. 308-311.
2. Karpushina, S.P. Improving the basic qualities of the pavement during the operation of highways / S.P. Karpushina, D.V. Koloshein, L.A. Maslova // Priority directions of innovative development of transport systems and engineering structures in the agro-industrial complex: Materials of the international student scientific and practical conference – 2021. – Pp. 289-292.
3. Lobosov, D.A. Improving the quality of road construction / D.A. Lobosov, D.V. Koloshein // Priority directions of innovative development of transport systems and engineering structures in the agro-industrial complex: Materials of the International Student Scientific and Practical Conference. – 2021. – pp. 302-306.
4. Gavrilina, O.P. Improved technology of surface water drainage in the construction of the roadbed during the construction of highways in a swampy area / O.P. Gavrilina, A.S. Popov // Bulletin of the Council of Young Scientists of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. 2019. No. 2 (9). pp. 98-102.

Сидоров А.А.

студент, Рязанский государственный
агротехнологический университета имени
П.А. Костычева, РФ

Гаврилин М.А.

студент Рязанский государственный
агротехнологический университета имени
П.А. Костычева, РФ

Гаврилина О.П.

канд. техн. наук, доцент кафедры строительство
инженерных сооружений и механика, Рязанский
государственный агротехнологический университета
имени П.А. Костычева, РФ

Sidorov A.A.

student, Ryazan state agrotechnological University
named after P.A. Kostychev, Russian Federation

Gavrilin M.A.

student, Ryazan state agrotechnological University
named after P. A. Kostychev, Russian Federation

Gavrilina O.P.

Ph.D. of technical Sciences, Associate Professor of the
Department of construction of engineering structures and
mechanics, Ryazan state agrotechnological University
named after P.A. Kostychev, Russian Federation

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

METHODS OF REDUCING THE NUMBER OF ROAD TRAFFIC ACCIDENTS

Аннотация. В данной статье рассматриваются методы снижения количества дорожно-транспортных происшествий. Анализируются факторы риска их возникновения. Рассматривается актуальность применения инновационных технологий в автомобильной отрасли.

Ключевые слова: безопасность, дорожно-транспортные происшествия, водитель, транспортный поток, ПДД, техника безопасности, мотивация водителя, передовые технологии, снижение риска, инфраструктура.

Abstract. This article discusses methods for reducing the volume of road accidents. Risk factors for their occurrence are analyzed. The relevance of using innovative technologies in the automotive industry is considered.

Keywords: safety, road traffic accidents, driver, traffic flow, traffic regulations, safety precautions, driver motivation, advanced technologies, risk reduction, infrastructure.

Дорожно-транспортные происшествия являются одной из главных проблем транспортной отрасли. Для снижения рисков возникновения дорожно-транспортных происшествий применяются меры повышения безопасности (табл. 1).

Таблица 1 – Меры по развитию безопасности дорожной сети.

Меры по развитию дорожной сети	Снижение числа ДТП с пострадавшими(до реализации мер), %
Строительство в обход населенных пунктов	28
Постройка пересечений на разных уровнях с дорогами	47
Строительство пересечений на разных уровнях с железными дорогами	93
Устройство канализированных пересечений	36
Реконструкция трассы автомобильной дороги (с повышением категории)	80

Они заключаются в создании благоприятных условий для движения транспортного потока и в комплексном воздействии на ситуацию.

К факторам, влияющим на возникновение дорожно-транспортного происшествия, можно отнести:

- нарушение водителем техники безопасности во время управления транспортным средством;
- несоблюдение ПДД;
- недостаточные условия видимости;
- плохие погодные условия;
- качество дорожного покрытия;
- наличие на маршруте крутых поворотов, железнодорожных путей, мостов.

Они заключаются в создании благоприятных условий для движения транспортного потока и в комплексном воздействии на ситуацию.

К факторам, влияющим на возникновение дорожно-транспортного происшествия, можно отнести:

- нарушение водителем техники безопасности во время управления транспортным средством;
- несоблюдение ПДД;
- недостаточные условия видимости;
- плохие погодные условия;
- качество дорожного покрытия;
- наличие на маршруте крутых поворотов, железнодорожных путей, мостов.

Главной причиной возникновения дорожно-транспортного происшествия является нарушение водителем техники безопасности за рулём. Сюда можно отнести следующие негативные факторы:

- превышение скоростного режима;
- невнимательность (отсутствие концентрации);
- разговор по телефону;
- громкое прослушивание музыки;
- тонировка;
- стресс.

Для мотивации водителя соблюдать технику безопасности предпринимается ряд действий со стороны СМИ, которые оповещают и напоминают о важности ТБ за рулём, со стороны законодательной власти, которая вводит штрафы и предусматривает ответственность за противоправные действия, со стороны автошкол, которые выделяют под это дополнительные часы, со стороны ГИБДД, которая ужесточает порядок сдачи экзамена на право управления транспортным средством и т. д.

Несоблюдение правил дорожного движения со стороны водителя может привести к введению других участников движения в заблуждение, из-за чего вероятность столкновения увеличивается в разы. Для того чтобы водители помнили о важности соблюдения ПДД и не забывали их, осуществляется массовая популяризация транспортных телепередач и разработка приложений для смартфонов, в которых возможно легко и в игровой форме повторить все необходимые аспекты.

Для решения проблемы с недостаточной видимостью работают по двум направлениям. Первое связано с обеспечением необходимого освещения на дорогах в тёмное время суток. Сюда входит оборудование дороги специальными светоотражателями, проектирование и установка фонарного освещения необходимо уровня яркости вдоль всей проезжей части, а также своевременное техническое обслуживание со стороны дорожной компании всего применяемого электрического оборудования. Второе направление связано с ликвидированием объектов, создающих зрительную помеху водителям во время движения. Сюда относится опиление деревьев и кустарников, расположенных в непосредственной близости от проезжей части. Работы по данному направлению проводятся периодически, по мере необходимости.

Для ликвидации проблемы, связанной с некачественным дорожным покрытием, усугубляющим ситуацию на дороге (делающим поездку на автомобиле небезопасной), дорожные компании принимают ряд мер, к которым относятся:

- выявление повреждений дорожного участка на ранней стадии;
- профилактические работы;
- точечный ремонт (заделывание выбоин и трещин);
- капитальный ремонт;
- применение высококачественных материалов;
- повышение уровня профессионализма дорожных рабочих;
- внедрение инновационных технологий;
- политика развития дорожной инфраструктуры.

На ремонт и строительство дорог государство ежегодно выделяет необходимые материальные средства из бюджета. Грамотное их распределение позволяет обеспечить качественное дорожное покрытие на всех стратегически важных участках дорог, что способствует сокращению количества дорожно-транспортных происшествий, связанных с потерей управляемости над автомобилем из-за попадания в выбоину.

По статистике, достаточно большое количество дорожно-транспортных происшествий происходит на перекрестках и крутых поворотах. При проектировании дороги, специалисты стараются организовать движение таким образом, чтобы было наименьшее количество путаницы и опасных для маневрирования мест. Улучшение дорожной инфраструктуры является одним из действенных методов снижения количества дорожно-транспортных происшествий. Он включает в себя не только проектирование более безопасных дорог, но и улучшение технологий дорожного строительства в целом.

Статистические данные включают достаточно большое количество дорожно-транспортных происшествий с участием пешеходов (табл. 2).

Таблица 2 – Средние потери при различных видах ранений одного человека.

Виды ранений	Ущерб, тыс. руб.	
	2022 г.	2023 г.
Лёгкие	13860	15890
Тяжелые	104000	106734
Приведшие к инвалидности	290768	321780
Средние потери при ранении	107840	114360
Летальный исход	402000	431000

Так как многие из пешеходов не имеют водительского удостоверения, их знания правил дорожного движения могут находиться на достаточно поверхностном уровне. Для решения этой проблемы, азам безопасного поведения на дороге обучают ещё со школы. Детям рассказывают, как правильно вести себя на дороге и у кого из участников движения преимущество в конкретной ситуации. Данная практика позволяет значительно снизить количество дорожно-транспортных происшествий с участием юных пешеходов и учит их внимательности на дорогах, а также закладывает необходимые знания правил дорожного движения.

Внедрение передовых технологий на современных автомобилях также является одним из методов, направленных на снижение количества аварий. Например, искусственный интеллект может запрещать движение со скоростью, превышающей допустимое значение, а также сигнализировать об опасности выполняемого манёвра и давать водителю ценные советы в каждой возникающей ситуации. Современные датчики, располагаемые по периметру машины позволяют отслеживать и контролировать всё происходящее на дороге, благодаря чему повышается безопасность, а риск попасть в аварию снижается.

В некоторых городах практикуют введение запрета на движение по центру города на индивидуальных автомобилях. Несмотря на то, что эта практика напрямую с проблемой дорожно-транспортных происшествий не связана, следствием данного решения является то, что количество аварий сводится к максимально низкому значению. Данное решение в подобного рода городах можно назвать радикальным методом сокращения количества дорожно-транспортных происшествий, плавно вытекающим из транспортной политики городского управления.

Методы, направленные на снижение количества дорожно-транспортных происшествий достаточно разнообразны. Все они помогают стабилизировать ситуацию на дороге, но ни один из них не исключает вероятности того, что авария всё же может произойти. Поэтому водителю надо быть внимательным и максимально сконцентрированным. Чисто теоретически произойти может всё что угодно, но умение действовать в нестандартной ситуации позволит избежать необратимых последствий. Именно водитель является ответственным за то, что происходит с автомобилем на дороге (всё находится в его руках), а благоприятная дорожная обстановка, на создание которой и направлены рассмотренные методы, позволяет снизить уровень риска до минимума.

Список литературы

1. Эксплуатация транспортных средств (организация и безопасность движения) / Б.Т. Бадагуев. – Москва : Альфа-Пресс, 2017.
2. Устройства стабилизации процессов разгрузки и движения транспортных средств / И.А. Юхин, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, А.С. Попов // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: сборник научных трудов международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Ф. Х. Бурумкулова. Институт механики и энергетики; Ответственный за выпуск: Столяров А. В., 2016. С. 293-304.

3. Транспортная инфраструктура : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Технология транспортных процессов» по профилям «Организация перевозок на автомобильном транспорте» и «Организация безопасности движения» / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.]. – Рязань : РГАТУ, 2012. – 234 с.

4. Транспортная сеть Рязанской области / А. А. Косырева [и др.] // Актуальные вопросы применения инженерной науки: материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 20 февраля 2019 года / МСХ РФ, Рязанский государственный агротехнологический 231 университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 342-347.

5. Улитовский, Б. А. Системное представление об автомобильном транспорте / Б. А. Улитовский, И. А. Успенский, Н. В. Бышов // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства : Сборник науч. трудов. Вып. 3, Ч. 1. – Рязань : РГАТУ, 1999. – С. 133-136.

6. Андреев, К.П. Городская логистика – современный подход к решению транспортных проблем городов / К.П. Андреев, Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса: Матер. Нац. науч.-практ. конференции. Рязань, 2020. – Ч. II. – С. 308-311.

7. Вероятностный аспект в практике технической эксплуатации автомобилей : учебное пособие для бакалавров и магистров вузов, обучающихся по направлениям подготовки 190600.62 и 190600.68 – «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Г. Д. Кокорев [и др.]. – Рязань : РГАТУ, 2015. – 163 с.

References

1. Operation of vehicles (organization and safety of traffic) / B.T. Badagiev. – Moscow : Alfa-Press, 2017.

2. Yukhin I.A., Uspensky I.A., Kokorev G.D., Popov A.S. Devices for stabilizing the processes of unloading and movement of vehicles // Energy-efficient and resource-saving technologies and systems. collection of scientific papers of the international scientific and practical conference dedicated to the memory of Dr. Sci. Tech., Professor F. H. Burumkulov. Institute of Mechanics and Power Engineering; Responsible for the issue: Stolyarov A.V., 2016. pp. 293-304.

3. Transport infrastructure: a textbook for university students studying in the field of training "Technology of transport processes" in the profiles "Organization of transportation by road transport" and "Organization of traffic safety" / N.V. Byshov, S.N. Borychev, I.A. Uspensky [et al.]. – Ryazan: RGATU, 2012. – 234 p.

4. The transport network of the Ryazan region / A. A. Kosyрева [et al.] // Current issues of the application of engineering science: materials of the International Student Scientific and Practical Conference, Ryazan, February 20, 2019 / Ministry of Agriculture of the Russian Federation, Ryazan State Agrotechnological 231 University named after P.A. Kostychev. – Ryazan: RGATU, 2019. – pp. 342-347.

5. Ulitovsky, B.A. A systematic view of automobile transport / B.A. Ulitovsky, I.A. Uspensky, N.V. Byshov // Modern energy- and resource-saving, environmentally sustainable technologies and systems of agricultural production: A collection of scientific papers. Issue 3, Part 1. – Ryazan : RGATU, 1999. – pp. 133-136.

6. Andreev, K.P. Urban logistics – a modern approach to solving transport problems of cities / K.P. Andreev, G.K. Rembalovich, V.V. Terentyev // Technological innovations as a factor of sustainable and effective development of the modern agro-industrial complex: Materials of the National scientific and practical conference. Ri-zan, 2020. – Part II. –pp. 308-311.

7. The probabilistic aspect in the practice of technical operation of cars: A textbook for bachelors and masters of universities studying in the fields of training 190600.62 and 190600.68 – "Operation of transport and technological machines and complexes" / N.V. Byshov, S.N. Borychev, G.D. Kokorev [et al.]. – Ryazan: RGATU, 2015. – 163 p.

Струкова И.Ю.

студент автомобильного факультета,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Зеликова Н.В.

аспирант, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Разгоняева В.В.

канд. техн. наук, доцент кафедры организации
перевозок и безопасности движения
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Струков Ю.В.

канд. техн. наук, доцент кафедры организации
перевозок и безопасности движения
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Strukova I.Yu.

student of the automobile department, Voronezh State
University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov Russian Federation

Zelikova N.V.

postgraduate student, Voronezh State University of Forestry
and Technologies named after G.F. Morozov,
Russian Federation

Razgonyaeva V.V.

Ph.D. of Technical Sciences, Associate Professor of the De-
partment of Transportation Organization and Traffic Safety,
Voronezh State University of Forestry
and Technologies named after G.F. Morozov,
Russian Federation

Strukov Yu.V.

Ph.D. of Technical Sciences, Associate Professor of the De-
partment of Transportation Organization and Traffic Safety,
Voronezh State University of Forestry
and Technologies named after G.F. Morozov,
Russian Federation

РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРОЕКТАМ ОБУСТРОЙСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

RECOMMENDATIONS FOR ROAD IMPROVEMENT PROJECTS

Аннотация. В статье представлены рекомендации к проектам обустройства дорог, организации и безопасности движения по их содержанию. Показано, что должен обеспечивать проект обустройства автомобильной дороги. Рассмотрены основные мероприятия, сведения о которых должны содержаться в проекте обустройства автомобильных дорог.

Ключевые слова: автомобильная дорога, проект, обустройство дороги, безопасность движения, организация движения.

Abstract. The article presents recommendations for projects of road arrangement, organization and traffic safety for their maintenance. It is shown what a project of arrangement of a motorway should provide. The main activities, information about which should be contained in a project of arrangement of motorways, are considered.

Keywords: highway, project, road construction, traffic safety, traffic organization.

В проектах обустройства автомобильных дорог, а также организации и безопасности дорожного движения должны быть приняты решения, которые обеспечивают безопасное, организованное, удобное и комфортабельное движение автотранспортных средств с необходимыми расчетными скоростями движения [1].

Проект обустройства автомобильной дороги должен обеспечивать:

- однородные условия движения транспортных средств;
- соблюдение принципа зрительного ориентирования водителей;
- удобные и безопасные расположения схем примыканий и пересечений

на участках автомобильных дорог;

- необходимое сцепление шин автомобилей с поверхностью дорожного покрытия в любое время года;

- необходимое обустройство рассматриваемого участка дороги, в том числе защитными дорожными сооружениями;

- размещение зданий и сооружений дорожной и автотранспортной служб.

В проекте обустройства автомобильной дороги должны содержаться сведения о следующих основных мероприятиях:

- нанесение дорожной разметки термопластиком;

- установка необходимых дорожных знаков;

- установка пешеходного ограждения перильного типа;

- устройство необходимых светофорных объектов;

- установка барьерного металлического ограждения, согласно схеме организации дорожного движения;

- строительство автобусных остановок с автопавильонами и заездными карманами.

В проекте необходимо отмечать, в соответствии с каким ГОСТ принята конструкция дорожных знаков и каким требованиям они соответствуют. Указывается общее количество дорожных знаков, и на каких опорах они устанавливаются.

Подробная информация по установке дорожных знаков представляется в отдельной специальной ведомости.

В проекте указываются данные по горизонтальной дорожной разметке, в соответствии с каким ГОСТ она выполняется и с помощью какого материала наносится на поверхность дорожного покрытия.

Проект обустройства автомобильной дороги должен содержать сведения по количеству предусмотренных автобусных остановок. Необходима информация, в соответствии с какими требованиями они запроектированы и установлены. Документация проекта обустройства автомобильной дороги должна предусматривать устройство искусственного электроосвещения. Указывается общая протяженность освещения [2].

В том случае, если автомобильная дорога проходит в пределах жилой застройки необходимо предусмотреть устройство тротуаров с двух сторон дороги и на разделительной полосе, если она существует. Указывается общее протяжение тротуаров.

Для безопасного движения пешеходов в местах пересечения тротуарами автомобильной дороги необходимо предусматривать обустройство наземных или надземных пешеходных переходов.

В проекте обустройства автомобильной дороги необходимо предусмотреть установку металлического барьерного ограждения. Указывается общая протяженность дорожного ограждения, удерживающая способность ограждения, марка дорожного ограждения и шаг стоек. Необходимо отметить также, в соответствии с каким ГОСТ запроектировано предлагаемое барьерное ограждение.

В жилой застройке необходимо отразить информацию предусмотрена ли или нет установка бортового камня. Отражаются данные о протяженности установки и марке камня.

Проект обустройства при необходимости должен содержать сведения об устанавливаемых светофорных объектах. Указывается тип светофоров, их количество. При необходимости отражаются сведения о пешеходных светофорах.

На участках пешеходных зон необходимо предусмотреть установку перильного пешеходного ограждения. В проекте указывается общая протяженность ограждения перильного типа.

Отдельным томом необходимо сделать описание применяемых автоматизированных систем управления дорожным движением на рассматриваемом участке дороги.

Важным элементом проекта также является описание благоустройства прилегающей к дороге территории. Отражается информация об озеленении и благоустройстве территории с установкой малых архитектурных форм. Необходимо сделать описание конструкции тротуаров в прогулочных зонах.

В проекте реконструкции автомобильной дороги необходимо отразить информацию, касающуюся проведения работ по уточнению местоположения воздушных линий. Обозначаются участки сближения и пересечения коммуникаций с трассой проектируемого участка автодороги.

Все коммуникации наносятся на план и продольный профиль автомобильной дороги.

Данные рекомендации помогут специалистам в области организации и безопасности дорожного движения при составлении проекта обустройства различных участков автомобильных дорог.

Список литературы

1. Клинковштейн, Г.И. Организация дорожного движения: учебник для вузов / Г.И. Клинковштейн, М.Б. Афанасьев. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 2001 – 247 с.
2. Рекомендации по обеспечению безопасности дорожного движения за счет улучшения конструкции автомобильных дорог / Н.В. Зеликова, М.Н. Казачек, Ю.В. Струков, Г.А. Денисов, В.В. Разгоняева, В.А. Зеликов // Инновации технических решений в машиностроении и транспорте. Сборник статей VIII Всероссийской научно-технической конференции для молодых ученых и студентов с международным участием; под науч. ред. В.В. Салмина. Пенза, 2022. С. 85-89.

References

1. Klinkovshtein, G.I. Organization of traffic. Textbook for universities / G.I. Klinkovshtein, M.B. Afanasyev. – 5th ed., revised. and add. – M: Transport, 2001 – 247 p.
2. Recommendations on ensuring road safety by improving the design of highways / N.V. Zelikova, M.N. Kazachek, Yu.V. Strukov, G.A. Denisov, V.V. Razgonyaeva, V.A. Zelikov // Innovations of technical solutions in mechanical engineering and transport. Collection of articles of the VIII All-Russian Scientific and Technical Conference for young scientists and students with international participation. Under the scientific editorship of V.V. Salmin. Penza, 2022. pp. 85-89.

Струкова И.Ю.

студент автомобильного факультета,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Strukova I.Yu.

student of the automobile department, Voronezh State
University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Russian Federation

Казачек М.Н.

преподаватель кафедры организации перевозок и
безопасности движения, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Kazachek M.N.

Lecturer, Department of Transportation Organization and
Traffic Safety, Voronezh State University of Forestry
and Technologies named after G.F. Morozov,
Russian Federation

Климова Г.Н.

канд. техн. наук, доцент кафедры организации
перевозок и безопасности движения,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Klimova G.N.

Ph.D. of Technical Sciences, Associate Professor of the De-
partment of Transportation Organization and Traffic Safety,
Voronezh State University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Russian Federation

Сподарев Р.А.

старший преподаватель кафедры организации
перевозок и безопасности движения,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Spodarev R.A.

Senior Lecturer, Department of Transportation Organization
and Traffic Safety, Voronezh State University of Forestry
and Technologies named after G.F. Morozov,
Russian Federation

АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ И БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ КАЛИНИНГРАДСКАЯ И КУЙБЫШЕВА ГОРОДА ВОРОНЕЖА

ANALYSIS OF ORGANIZATION AND SAFETY OF TRAFFIC AT THE INTERSECTION OF KALININGRADSKAYA AND KUIBYSHEVA STREETS IN THE CITY OF VORONEZH

Аннотация. В статье представлен анализ обустройства и организации и безопасности движения на повороте с улицы Калининградской на улицу Куйбышева. Показаны плюсы и минусы на данном участке с точки зрения организации дорожного движения. Рассмотрены рекомендации по улучшению состояния изучаемой территории.

Ключевые слова: автомобильные транспортные средства, автомобильная дорога, аварийная ситуация, проезжая часть, дорожное покрытие.

Abstract. The article presents an analysis of the arrangement and organization and safety of traffic at the turn from Kaliningradskaya Street to Kuibyshev Street. The pros and cons of this section from the point of view of traffic management are shown. Recommendations for improving the condition of the studied territory are considered.

Keywords: motor vehicles, highway, emergency, roadway, road surface.

В данной статье хотелось бы рассмотреть движение автомобильных транспортных средств на повороте с улицы Калининградской на улицу Куйбышева.

Данный участок считается проблемным в микрорайоне Отрожка города Воронеж. Проведем анализ, обратим внимание на плюсы и минусы участка.

На данном участке отсутствуют светофорные объекты и знаки приоритета, что приводит водителей в замешательство и увеличивает риск ДТП. Здесь можно наблюдать разные виды транспортных средств (легковые, грузовые, общественный транспорт).

По данному маршруту проходят автобусы 14, 22, 90, 10, 43, 52, 89. Интенсивность движения возрастает в пиковые часы, а именно рано утром с 6:00 до 8:00 и поздно вечером с 17:00 до 20:00. В это время обычно люди едут либо на учебу и работу, либо возвращаются домой. Наличие двух нерегулируемых пешеходных переходов усложняет ситуацию на автомобильной дороге. Один из них расположен на повороте, хотя рекомендованное расстояние от его края – 5-10 метров, другой – сразу за ним.

На участке плохая освещенность и недостаточна видимость, поворот выполнен практически под углом 90 градусов. Это доказывает необходимость в повышенной осторожности в темное время суток и в плохую погоду.

На данном участке улично-дорожной сети (рис. 1, рис. 2), особенно на мокрой и скользкой дороге, увеличивается риск потери сцепления колес с дорогой, что может привести к заносу.

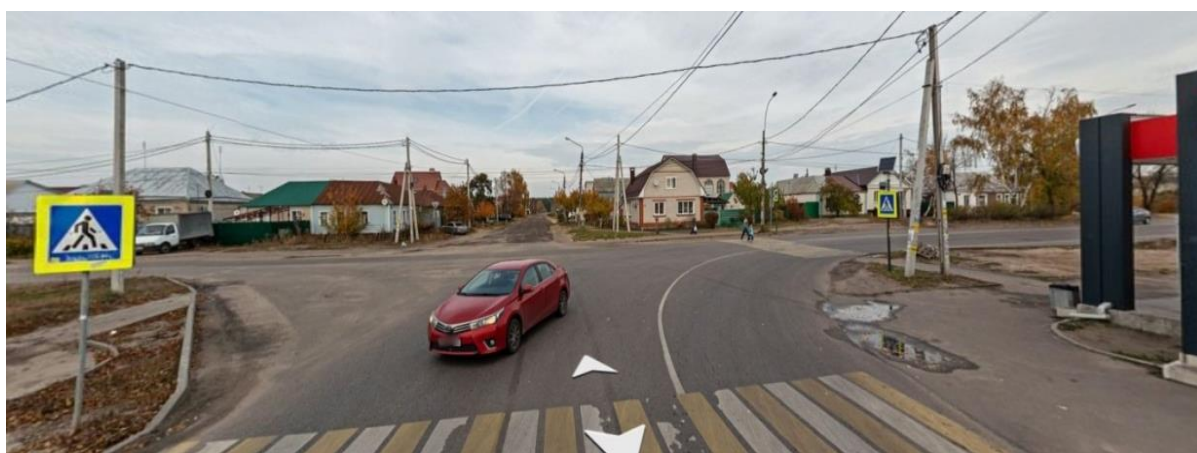


Рисунок 1 – Вид расположения пересечения с ул. Куйбышева



Рисунок 2 – Вид расположения пересечения с ул. Калининградская

При прохождении поворота с высокой скоростью водители могут испытать действие на автомобиль сильной центробежной силы, что может привести к опрокидыванию автомобиля или выезду за пределы дороги.

Повышенная возможность столкновения с препятствиями (другими транспортными средствами, пешеходами) из-за плохой видимости увеличивает вероятность возникновения аварийных ситуаций. Опасна неправильная оценка скорости, влияющая на безопасное прохождение транспорта. Вдобавок к этому пешеходы и водители часто нарушают правила дорожного движения.

К сожалению, есть люди, которые без страха и осторожности перемещаются по проезжей части. Многие делают это в наушниках, не обращая внимания на поток транспортных средств с разных направлений.

Такие пешеходы, конечно же, встречаются везде, а не только на рассматриваемой территории. Приведенные факторы доказывают повышенную частоту конфликтных ситуаций в данном месте.

Поговорим о дорожном покрытии, которое требует замены. Хорошее состояние проезжей части обеспечивает лучшее сцепление, уменьшает вибрации и удары, что позволяет более комфортно и безопасно передвигаться. На качественном покрытии короче тормозной путь, который безусловно влияет на количество ДТП [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. Неровности дорожного покрытия (заранее только местные водители знают их расположение на участке и объезжают) могут привести к потере устойчивости. Вероятность ускоренного износа шин и подвески на плохой проезжей части возрастает. Неровности и повреждения часто затрудняют отвод воды с поверхности дорожного покрытия, что увеличивает риск аквапланирования.

К положительным моментам относится наличие обочины, которая играет значимую роль в обеспечении безопасности и удобстве дорожного движения. Она должна составлять от 0,5 до 2 метров без препятствий и находится на одном уровне с проезжей частью. Здесь все соответствует нормам.

Если затронуть тему общественного транспорта, то, по нашему мнению, необходимо заменить старые автобусные остановки на новые для удобства пассажиров. В центре Воронежа на каждой остановке уже есть электронное расписание маршрутов, где указано через какое время приедет какой-либо автобус. Такие же удобства хочется иметь и в пригороде.

Должна быть достаточная площадь для размещения ожидающих транспорта. Необходимо установка навесов, пандусов для людей с ограниченными возможностями. Расположение должно обеспечить посадку и высадку пассажиров.

В результате выше сказанного хочется дать рекомендации по улучшению данного участка. Требуется наличие светофорных объектов и дополнительных дорожных знаков. Перед пешеходными переходами необходимы искусственные неровности и знаки «искусственная неровность» 1.17 и 5.20.

Считаем, также дорожное покрытие нуждается в обновлении. Можно провести информационные кампании для водителей и пешеходов.

Собрав все данные и проанализировав их, видно, что, внесение изменений на рассматриваемом участке сыграет важную роль для участников дорожного движения. Самая главная задача – это уменьшить количество ДТП на улично-дорожной сети города.

Список литературы

1. Рекомендации по обеспечению безопасности дорожного движения за счет улучшения конструкции автомобильных дорог / Н.В. Зеликова, М.Н. Казачек, Ю.В. Струков, Г.А. Денисов, В.В. Разгоняева, В.А. Зеликов // Инновации технических решений в машиностроении и транспорте: Сборник статей VIII Всероссийской научно-технической конференции для молодых ученых и студентов с международным участием; под науч. ред. В.В. Салмина. Пенза, 2022. С. 85-89.
2. Клинковштейн, Г.И. Организация дорожного движения: учеб. для вузов / Г.И. Клинковштейн, М.Б. Афанасьев. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 2001. – 247 с.
3. О повышении безопасности дорожного движения / Г.А. Денисов, Г.Н. Климова, Ю.В. Струков, Н.И. Злобина // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. – Т. 3. – № 4-1 (15-1). – С. 290-294.
4. Зеликов, В.А. Повышение безопасности движения на пешеходных переходах путем внесения изменений в транспортное законодательство на примере анализа ПДД РФ / В.А. Зеликов, Г.А. Денисов, Н.И. Злобина // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2016. – Т. 4. – № 5-3 (25-3). – С. 63-67.
5. Денисов, Г.А. Повышение безопасности движения на нерегулируемых пешеходных переходах / Г.А. Денисов, В.А. Зеликов, Н.И. Злобина // Бюллетень транспортной информации. – 2017. – № 4 (262). – С. 15-18.
6. Злобина, Н.И. О повышении безопасности движения в зоне действия знаков «Пешеходный переход» и «Зебра» / Н.И. Злобина, Г.А. Денисов, Ю.В. Струков // Бюллетень транспортной информации. – 2016. – № 8 (254). – С. 24-26.
7. Размарица, Д.С. Методы снижения наездов на пешеходов в городской среде / Д.С. Размарица, А.Г. Шевцова, И.А. Новиков // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. – 2016. – Т. 3. – № 2. – С. 356-358.

References

1. Recommendations on ensuring road safety by improving the design of highways / N.V. Zelikova, M.N. Kazachek, Yu.V. Strukov, G.A. Denisov, V.V. Razgonyaeva, V.A. Zelikov // Innovations of technical solutions in mechanical engineering and transport. Collection of articles of the VIII All-Russian Scientific and Technical Conference for young scientists and students with international participation. Under the scientific editorship of V.V. Salmin. Penza, 2022. pp. 85-89.
2. Klinkovstein G.I. Organization of traffic. Textbook for universities / G.I. Klinkovstein, M.B. Afanasyev. – 5th ed., revised. and add. – M: Transport, 2001 – 247 p.
3. On improving road safety / G.A. Denisov, G.N. Klimova, Yu.V. Strukov, N.I. Zlobina // Current directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. – 2015. – Vol. 3. – № 4-1 (15-1). – Pp. 290-294.
4. Zelikov V.A. Improving traffic safety at pedestrian crossings by making changes to transport legislation on the example of the analysis of traffic regulations of the Russian Federation / V.A. Zelikov, G.A. Denisov, N.I. Zlobina // Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. – 2016. – Vol. 4. – № 5-3 (25-3). – Pp. 63-67.

5. Denisov G.A. Improving traffic safety at unregulated pedestrian crossings / G.A. Denisov, V.A. Zelikov, N.I. Zlobina // Bulletin of transport information. – 2017. – № 4 (262). – Pp. 15-18.

6. Zlobina N.I. On improving traffic safety in the area of operation of the signs "Pedestrian crossing" and "Zebra" / N.I. Zlobina, G.A. Denisov, Yu.V. Strukov // Bulletin of transport information. – 2016. – № 8 (254). – Pp. 24-26.

7. Razmaritsa D.S. Methods of reducing collisions with pedestrians in an urban environment / D.S. Razmaritsa, A.G. Shevtsova, I.A. Novikov // Alternative energy sources in the transport and technological complex: problems and prospects of rational use. – 2016. – vol. 3. – No. 2. – pp. 356-358.

Секция 4. Инновационные технологии в транспортном комплексе

DOI: 10.58168/ДПИТТ2024_133-139

УДК 656.072

Асфур Х.М.А.

соискатель кафедры автомобильного транспорта
ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный
университет (Национальный исследовательский
университет)», г. Челябинск, РФ

Горяев Н.К.

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры автомобильного
транспорта, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский
государственный университет (Национальный
исследовательский университет),
г. Челябинск, РФ

Asfoor H.M.A.

Candidate of the Road Transport Department,
South Ural State University (National Research
University), Chelyabinsk, Russian Federation

Goryaev N.K.

PhD, Associate Professor, Associate Professor of the
Road Transport Department, South Ural State
University (National Research University),
Chelyabinsk, Russian Federation

ОБОСНОВАНИЕ ВРЕМЕНИ ОБСЛУЖИВАНИЯ ГРУППЫ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА НА ОСТАНОВОЧНОМ ПУНКТЕ

JUSTIFICATION OF THE SERVICE TIME OF A GROUP OF URBAN PASSENGER TRANSPORT AT A STOPPING POINT DEPENDING ON THEIR NUMBER

Аннотация. Одной из основных причин заторных процессов на остановочных пунктах (ОП), является увеличение количества автобусов и маршрутов, что приводит к нарушению организации их прохождения через ОП. В статье использовались методы исследования системы массового обслуживания транспортных процессов. Формирование автобусов в группу может снизить заторные процессы на ОП и повысить их пропускную способность при групповом заезде и выезде автобусов с него. Целью исследования является обоснование времени обслуживания группы городского пассажирского транспорта и времени простоя на остановочном пункте от их количества и габаритов. Получены зависимость времени простоя группы городского пассажирского транспорта на остановочном пункте от их длины и количества в группе и зависимость времени обслуживания группы городского пассажирского транспорта на остановочном пункте от их количества в группе и количества обслуживаемых пассажиров. Полученные результаты целесообразно учитывать при формировании состава группы городского пассажирского транспорта для организации их движения через остановочный пункт.

Ключевые слова: время простоя; время обслуживания; количество городского пассажирского транспорта в группе; остановочный пункт; пассажиры.

Abstract. One of the main problems of congestion processes at bus stops (SP) is that the increase in the number of buses and routes leads to disruption of the organization of their passage through the SP. The article used the methods of studying the system of mass service of transport processes. Forming buses into a group can reduce congestion processes at the SP and increase their throughput, as a result of simultaneous entry and exit of buses from it. Objective, justification of the servicing time of a group of urban passenger transport and the time of their downtime at a stopping point from their number and dimensions. The dependence of the downtime of a group of urban passenger transport at a stopping point on their length and number in the group and the dependence of the servicing time of a group of urban passenger transport at a stopping point on their number in the group and the number of passengers served are obtained. It is advisable to take into account the ob-

tained results when forming the composition of a group of urban passenger transport to organize their movement through a stopping point.

Keywords: dead time; dwell time; number of urban passenger transport in a group; bus stopping point; passengers.

Система общественного транспорта требует предоставления приемлемого обслуживания между различными точками сети, чтобы мотивировать пользователей автомобилей сменить индивидуальный транспорт на общественный [1]. Городской пассажирский транспорт (ГПТ) является основой стратегии в решении проблемы обеспечения транспортной подвижности городского населения. Качество транспортной подвижности городского населения обеспечивается за счет повышения скорости сообщения на основе сокращения времени простоя и обслуживания на остановочном пункте (ОП).

Автобусы являются преобладающим видом общественного транспорта. Эффективность системы общественного транспорта можно определить по эффективности автобусной системы и количеству потенциальных пассажиров [3]. Использование личных автомобилей увеличивает общий транспортный поток на дорожной сети, что приводит к заторам, так как автобус вмещает в десять раз больше людей [4].

Так, например, Ли и др. [5] на основе моделирования установили, что количество мест на ОП существенно влияет на среднюю скорость ГПТ. Далее Ли и соавторы [6] утверждают, что простои ГПТ увеличиваются с их количеством и уменьшаются по мере увеличения количества мест на ОП. Зедгенизов А.В. и Липенков, А. В. [7 и 8] установили так же, что пропускная способность группы ГПТ значительно возрастает с увеличением числа мест на ОП до трех, но при их дальнейшем увеличении пропускная способность увеличивается незначительно, что согласуется с результатами данных представленных в НСМ 2000 [2].

Известно также, что частота конфликтов между ГПТ на ОП влияет на суммарные простои и зависит от среднего времени обслуживания пассажиров [8]. Исходя из этого не рекомендуется использовать более 3-х мест остановки на одном остановочном пункте. Если все же возникла необходимость в большем количестве мест, то следует разнести остановочный пункт [2,7 и 8].

Во многих городах России в настоящее время ГПТ представлен большим разнообразием подвижного состава по классам, маркам, количеству дверей и т.д. [7]. Поэтому важно выявить влияние такого разнообразия на время простоя и обслуживания группы ГПТ на ОП.

При движении ГПТ группой, в которой посадка и высадка из них происходит практически одновременно через все двери, время обслуживания может быть определено из уравнения:

$$T_{\text{обсл}} = T_{\text{п}} + p_{\text{вх}} \cdot t_{\text{вх}} + p_{\text{вых}} \cdot t_{\text{вых}} \quad (1)$$

где $T_{\text{обсл}}$ – время обслуживания ГПТ на ОП, с; $T_{\text{п}}$ – время простоя ГПТ, с; $p_{\text{вх}}$, $p_{\text{вых}}$ – количество пассажиров соответственно входящих и выходящих из

ГПТ, чел.; $t_{\text{вх}}, t_{\text{вых}}$ – среднее время соответственно посадки и высадки на одного пассажира, с.

Если посадка и высадка пассажиров осуществляется через разные двери, то время пребывания ГПТ может быть определено из уравнения [13]:

$$T_{\text{обсл}} = T_{\text{п}} + \text{Max}(p_{\text{вх}} \cdot t_{\text{вх}}, p_{\text{вых}} \cdot t_{\text{вых}}) \quad (2)$$

Время обслуживания состоит из времени посадки, времени высадки и времени простоя. Время простоя – это время, затраченное ГПТ на замедление при приближении к ОП, открытие дверей, закрытия дверей, а затем восстановление рекомендуемой скорости потока. Его также называют фиксированным временем обслуживания, потому что оно не зависит от количества пассажиров, входящих и выходящих на каждом ОП, и обычно не меняется между ОП при групповом движении ГПТ [10].

При групповом движении ГПТ на время их простоя могут влиять скорость замедления ГПТ при приближении к ОП и скорость ускорения при выезде из ОП. Помимо эксплуатационных возможностей ГПТ, скорости замедления и ускорения часто связаны с компромиссом между скоростью и комфортом пассажиров, а также возможностью правильно выровнять ГПТ по месту его стыковки с остановочной площадкой ОП [14]. Влияние длины ГПТ на время простоя без очереди можно определить по уравнению [9]:

$$T_{\text{п}} = 13 + L_{\text{ГПТ}} \cdot 0,25 \quad (3)$$

где: $T_{\text{п}}$ – время простоя ГПТ на ОП, сек; $L_{\text{ГПТ}}$ – длина ГПТ, м.

В условиях заторных ситуаций на ОП, время простоя для всей группы ГПТ может быть определено по уравнению [12]:

$$T_{\text{п гр ГПТ}} = 13 + L_{\text{ГПТ}} \cdot 0,25 + (2 + 0,17 \cdot L_{\text{ГПТ}}) \cdot (N - 1) \quad (4)$$

где: $T_{\text{п гр ГПТ}}$ – время простоя для всей группы ГПТ, сек; $L_{\text{ГПТ}}$ – длина каждого ГПТ в группе (средняя длина ГПТ в группе), м; N – количество ГПТ в группе, ед.

Рассмотрим зависимость времени простоя группы ГПТ на ОП от их длины для разного количества ГПТ в группе (рис. 1). Можно заметить, что время простоя группы ГПТ на ОП явно зависит от длины ГПТ, при этом оно изменяется между ними по мере их увеличения количества от 2 до 6 в пределах 3 секунд для малых ГПТ и в пределах 5 секунд для крупных ГПТ соответственно. Следует также отметить, что время простоя группы ГПТ на ОП из 3 малых ГПТ составит 20 секунд, а из 3 крупных ГПТ – 26 секунд. На основании анализа зависимости можно сделать следующее заключение, что влияние длины ГПТ и их количества в группе существенно влияют на время простоя группы ГПТ на остановочном пункте.

Если количество пассажиров, прибывающих на ОП для посадки по каждому маршруту, является переменным, то необходимо добавить дополнительное время ожидания для расчета насыщения наиболее загруженного места на ОП.

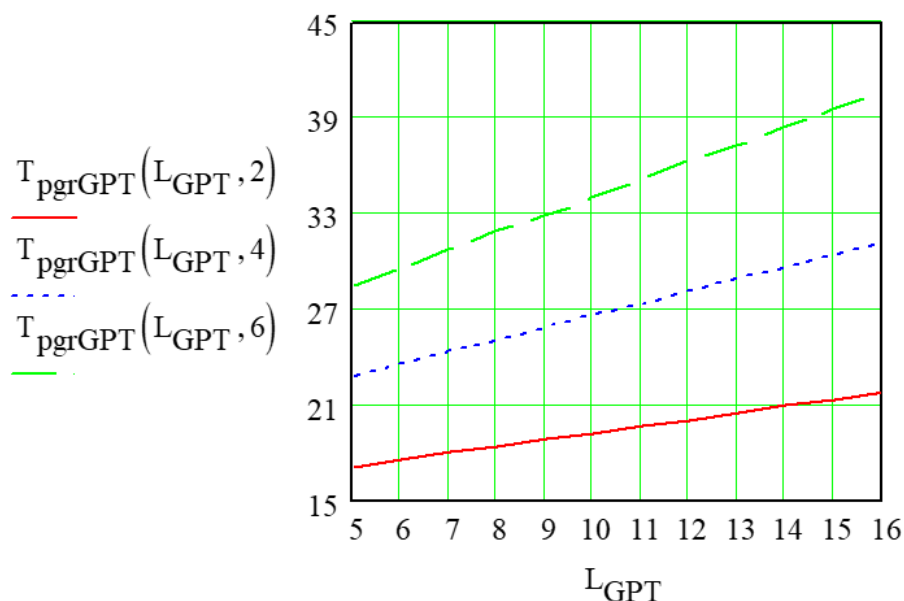


Рисунок 1 – Зависимость времени простоя группы на остановочном пункте от длины транспортных средств

Предположив, что $T_{i_{вх/вых}}$ – это среднее время посадки и высадки, рассчитанное для $i^{-го}$ места на ОП, если имеется два места на ОП, среднее время обслуживания группы ГПТ может быть определено по уравнению [11]:

$$T_{обсл\ 2\ мест} = T_{п} + T_1 + T_2 - \frac{1}{\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2}} = T_{п} + T_1 + \frac{1}{\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2}} \cdot T_2 \quad (5)$$

Если есть три места на ОП, уравнение 5 должно быть преобразовано в уравнение:

$$T_{обсл\ 3\ места} = T_{п} + T_1 + T_2 + T_3 - \frac{1}{\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2}} - \frac{1}{\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_3}} - \frac{1}{\frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_3}} - \frac{1}{\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_3}} \quad (6)$$

где: $T_{обсл\ N\ мест}$ – среднее время обслуживания для промежуточной остановки с N местами на ОП (уравнение будет содержать 2^N членов); $T_{п}$ – время простоя (уравнение 3); T_i – переменное время обслуживания для $i^{-го}$ места на ОП, рассчитанное отдельно (уравнение 1 без учета $T_{п}$).

Уравнение (6) может быть использовано для любого количества мест на ОП после соответствующих преобразований, которые предполагают занижение насыщения на 2% для каждого дополнительного места на ОП сверх двух, что важно для реальных условий.

Реальное среднее время обслуживания для N мест на ОП может быть найдено с учетом уравнений (5) и (6) и определено по уравнению:

$$T_{\text{обсл } N \text{ мест}} = T_{\text{п}} + \frac{3}{N+2} \cdot \sum_{i=1}^N T_i \quad (7)$$

где: $T_{\text{обсл } N \text{ мест}}$ – среднее время обслуживания для ОП с N местами; N – количество ГПТ в группе; $T_{\text{п}}$ – время простоя (уравнение 4); T_i – переменное время обслуживания для i -го места на ОП, рассчитанное отдельно (уравнение 1).

Рассмотрим зависимость времени обслуживания для N мест на ОП от времени простоя группы ГПТ и от переменного времени обслуживания для i -го места на ОП, зависящего, в том числе, от количества входящих в ГПТ пассажиров (рис. 2).

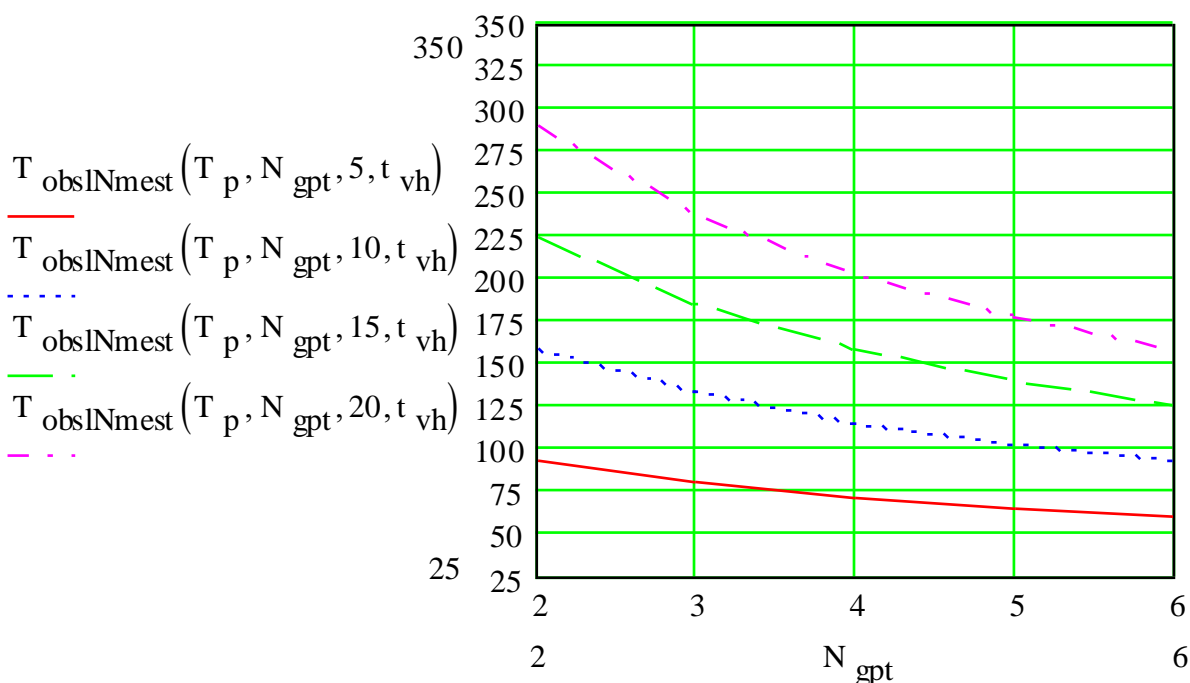


Рисунок 2 – Зависимость времени обслуживания группы на остановочном пункте от их количества в группе и количества обслуживаемых пассажиров

Таким образом, можно сделать заключение, что влияние длины ГПТ и их количества в группе существенно влияют на время простоя группы ГПТ на остановочном пункте.

Сравнение между использованием системы групповых автобусов и индивидуальных автобусов в соответствии с руководством НСМ2000 [2] для обслуживания пассажиров на остановке показывает, что при увеличении количества остановок на ОП до 6 мест время обслуживания пассажиров уменьшается, а пропускная способность увеличивается. Но в руководстве по пропускной способности шоссе НСМ2000 говорится, что увеличение количества остановочных мест снижает эффективность ОП и его пропускную способность из-за разницы между автобусами, обслуживающими ОП.

Следует также отметить, что время простоя группы ГПТ на ОП из 3 малых ГПТ составит 20 секунд, а из 3 крупных ГПТ – 26 секунд. На основании анализа зависимости, объединение автобусов в группу может повысить пропускную способность ОП за счёт одновременного заезда и выезда автобусов.

Список литературы

1. Daganzo, C.F. Structure of competitive transit networks. *Trans. Res. B, Methodol.*, 2010, 44, (4), pp. 434–446.
2. Highway capacity manual. *Washington, DC*, 2(1).
3. Averyanov, Y.I., Asfoor H.M.A., Golenyaev N.S (2021, March). Influence of the Speed of Motion of Public Motor Transport and the Time of the Green Signal of the Light Traffic on the Formation of Their Transport Flow. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 666, No. 4, p. 042085). IOP Publishing.
4. Asfoor H. M. A., Averyanov Y. I. (2021, October). Bus Stop Points for Urban Passenger Transport and the Factors That Influence Their Capacity. 2021 International Conference on Advance of Sustainable Engineering and its Application (ICASEA) (pp. 137-140). IEEE.
5. Li H., Mao B., Bertini R.L. Evaluating the impacts of bus facility design features on transit operations in Beijing, China: A simulation approach. 87th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., USA, January 2008, pp. 113–118.
6. Lu L., Su Y., Yao D. et al. Optimal design of bus stops that are shared by multiple lines of buses. 13th Int. Conf. on Intelligent Transportation Systems (IEEE-ITSC), Madeira Island, Portugal, September 2010, pp. 125–130.
7. Зедгенизов А.В. Повышение эффективности дорожного движения на остановочных пунктах городского пассажирского транспорта: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / А.В. Зедгенизов. – Иркутск, 2008. – 196 с.
8. Липенков, А.В. Повышение эффективности функционирования городского пассажирского транспорта на основе управления пропускной способностью остановочных пунктов: специальность 05.22.10 "Эксплуатация автомобильного транспорта": дис. ... канд. техн. наук / Липенков Александр Владимирович. – Орел, 2015. – 154 с.
9. Liu L., Mao B., Liang X. et al. Study of the effect of queuing at curbside bus-stop on road link capacity. 15th COTA Int. Conf. of Transportation Professionals, Beijing, China, July 2015, pp. 1451–1459.
10. Yang X., Si B., Huan M. Mixed traffic flow modeling near Chinese bus stops and its applications. *J. Central South Univ.*, 2012, 19, (9), pp. 2697–2704.
11. Kittelson & Associates, Herbert S. Levinson Transportation Consultants, DMJM+HARRIS., Transit Cooperative Research Program, United States. Federal Transit Administration, & Transit Development Corporation. (2007). *Bus Rapid Transit Practitioner's Guide* (Vol. 118). Transportation Research Board.
12. Alrawi F., Hadi Y. (2019, September). The Application of Bus Rapid Transit System in the City of Baquba and Its Impact on Reducing Daily Trips. In *Scientific and Technical Conference Transport Systems Theor.*
13. Fernandez R., Planzer R. (2002). On the capacity of bus transit systems. *Transport reviews*, 22(3), 267-293.
14. Аверьянов, Ю. И. Теоретическое обоснование скоростного режима общественного автотранспорта для безостановочного проезда регулируемого перекрестка / Ю. И. Аверьянов, Х. М. А. Асфур, Н. С. Голеняев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. – 2021. – Т. 15, № 1. – С. 182-188.

References

1. Daganzo, C.F. Structure of competitive transit networks. *Trans. Res. B, Methodol.*, 2010, 44, (4), pp. 434–446.
2. Highway capacity manual. *Washington, DC*, 2(1).
3. Averyanov, Y.I., Asfoor H.M.A., Golenyaev N.S (2021, March). Influence of the Speed of Motion of Public Motor Transport and the Time of the Green Signal of the Light Traffic on the Formation of Their Transport Flow. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 666, No. 4, p. 042085). IOP Publishing.
4. Asfoor H. M. A., Averyanov Y. I. (2021, October). Bus Stop Points for Urban Passenger Transport and the Factors That Influence Their Capacity. 2021 International Conference on Advance of Sustainable Engineering and its Application (ICASEA) (pp. 137-140). IEEE.
5. Li H., Mao B., Bertini R.L. Evaluating the impacts of bus facility design features on transit operations in Beijing, China: A simulation approach. 87th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., USA, January 2008, pp. 113–118.
6. Lu L., Su Y., Yao D. et al. Optimal design of bus stops that are shared by multiple lines of buses. 13th Int. Conf. on Intelligent Transportation Systems (IEEE-ITSC), Madeira Island, Portugal, September 2010, pp. 125–130.
7. Zedgenizov A.V. Improving the efficiency of traffic at stops of urban passenger transport: diss. ... Candidate of Technical Sciences: 05.22.10 / A.V. Zedgenizov. – Irkutsk, 2008. – 196 p.
8. Lipenkov, A.V. Improving the efficiency of urban passenger transport on the basis of controlling the capacity of stopping points: specialty 05.22.10 "Operation of motor transport": diss. ... Candidate of Technical Sciences / Lipenkov Alexander Vladimirovich. – Orel, 2015. – 154 p.
9. Liu L., Mao B., Liang X. et al. Study of the effect of queuing at curbside bus-stop on road link capacity. 15th COTA Int. Conf. of Transportation Professionals, Beijing, China, July 2015, pp. 1451–1459.
10. Yang X., Si B., Huan M. Mixed traffic flow modeling near Chinese bus stops and its applications. *J. Central South Univ.*, 2012, 19, (9), pp. 2697–2704.
11. Kittelson & Associates, Herbert S. Levinson Transportation Consultants, DMJM+HARRIS., Transit Cooperative Research Program, United States. Federal Transit Administration, & Transit Development Corporation. (2007). *Bus Rapid Transit Practitioner's Guide* (Vol. 118). Transportation Research Board.
12. Alrawi F., Hadi Y. (2019, September). The Application of Bus Rapid Transit System in the City of Baquba and Its Impact on Reducing Daily Trips. In *Scientific and Technical Conference Transport Systems Theor.*
13. Fernandez R., Planzer R. (2002). On the capacity of bus transit systems. *Transport reviews*, 22(3), 267-293.
14. Averyanov, Yu. I. Theoretical justification of the high-speed mode of public vehicles for non-stop passage of a regulated intersection / Yu. I. Averyanov, H. M. A. Asfur, N. S. Golenyaev // *Bulletin of the South Ural State University. Series: Economics and Management.* – 2021. – vol. 15, No. 1. – pp. 182-188.

ИННОВАЦИОННЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СФЕРЕ ТРАНСПОРТА КАК СОВРЕМЕННАЯ ГЛОБАЛЬНАЯ ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ

INNOVATIVE DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF TRANSPORT AS A MODERN GLOBAL DEVELOPMENT TREND

Аннотация. Инновационные цифровые технологии в транспортной сфере являются основной глобальной тенденцией устойчивого развития экономики. Авторами изучены подходы к выявлению и оценке новых (цифровых) технологий в транспортной сфере. Предложен выбор подходящих цифровых технологий для транспортных компаний, которые сталкиваются с попытками внедрения инновационных технологических решений.

Ключевые слова: инновационные технологии, транспортная сфера, цифровая трансформация.

Abstract. Innovative digital technologies in the transport sector are the main global trend of sustainable economic development. The authors have studied approaches to the identification and evaluation of new (digital) technologies in the transport sector. A selection of suitable digital technologies is proposed for transport companies that are faced with attempts to introduce innovative technological solutions.

Keywords: innovative technologies, transport sector, digital transformation.

Современные технологии генерируют инновации, осуществляя выбор предмета их краткосрочных и долгосрочных последствий для всех сфер жизни общества. В контексте экономического развития транспортных компаний этот процесс предоставлен лицам, принимающим решения о внедрении современной информации об инновациях, а также в поддержку принятия технологических и управленческих решений. В литературе существуют качественные или количественные подходы к выявлению и оценке новых (цифровых) технологий в транспортной сфере, например, так называемые «циклы ажиотажа» позволяют определить зрелость новой технологии. В современной литературе существует большое количество различных методов оценки технологий.

Например, некоторые авторы акцентируют внимание на подходах, имеющих высокую практическую и теоретическую значимость. В контексте технологических инноваций это зачастую многокритериальные методы принятия решений, позволяющие осуществить выбор цифровых технологий в транспортной сфере [1].

Первый блок подходов включает отдельные методы, которые можно применять для оценки технологий. Метод Дельфи используется экспертами для того,

чтобы попытаться предсказать будущее влияние технологии на развитие транспортной системы. Анализ полезности — это метод систематической оценки и выбора альтернатив действий многомерных целевых систем. Анализ дерева релевантности — это один из методов качественного прогнозирования, который систематически объединяет количественную информацию и экспертные оценки. Метод сценарного анализа берет свое начало в стратегическом планировании и принятии решений и направлен на прогнозирование изначально определенных сценариев на будущее. Портфельный анализ рассматривается как один из важнейших методов стратегического (технологического) планирования. Таким образом, портфолио представляет собой матрицу с двумя и более измерениями, в которой технологии позиционируются на основе их внешних и внутренних критериев. На основании положения в матрице можно вывести нормативные. Экстраполяция тренда — это количественный метод, пытающийся предсказать будущее развитие событий.

Второй блок подходов включает набор интегративных подходов, которые подходят для целостной, систематической оценки технологий. Обсуждение актуальность целостного подхода к оценке, включающего технический, экономический и экологический подход. Методы структурируют процесс комплексной оценки технологий и позволяют одновременно решать несколько задач в транспортной сфере. Подход состоит из четырех этапов: первая проверка, изучение материальных и энергетических потоков, формулирование ключевых показателей эффективности и поддержка принятия решений.

Подход Холла интерпретирует технологию как материал или систему действий на протяжении всего жизненного цикла продукта. Помимо сравнения технологий, включен взгляд на рынок, а также горизонт за пределами технологий и экономики. Этот подход можно разделить на два этапа: исследование и оценка. Исследование собирает данные о требованиях и деятельности конкурентов, а также о технологиях. Оценка занимается оценкой собранной информации и визуализирует ее в виде матрицы, которая сравнивает требования с характеристиками технологии и, наконец, представляет их как абстрактный результат в портфеле для технологической реализации.

Следующий подход может использоваться на ранних стадиях процесса разработки для планирования внедрения технологий. Этот подход оценивает уровень технологической зрелости серийной разработки, а также технологическую выгоду для компаний и клиентов. Он состоит из пяти этапов: анализ функций продукта транспортной сферы, изучение технологии, альтернативные технологические модели, оценка и внедрение технологии.

Следующий подход представляет процесс принятия технологических решений и оценки технологий. Фазы дополняют друг друга и взаимодействуют. Основная идея заключается в адаптации или расширении технологической стратегии на основе заданной потребности в действиях [1].

С интегративными подходами связаны подходы к проверке транспортных технологий и цифровой трансформации.

Цифровая трансформация предоставляет возможности для синергии между цифровой и ESG-трансформацией, что приводит к улучшению операционной эффективности и устойчивому развитию. Большинство респондентов (65%) считают,

что без применения цифровых решений невозможно осуществить ESG-трансформацию. Основные преимущества цифровизации в транспортной сфере включают повышение производительности и эффективности многих процессов транспортных компаний (80%), повышение инвестиционной привлекательности (62%) и ускорение достижения целевых показателей (56%). Цифровая устойчивость связана с устойчивым развитием и использованием цифровых технологий на транспорте [2]. Эти процессы охватывают широкий спектр вопросов, включая энергоэффективность, использование ресурсов, сокращение отходов, а также социальные и этические соображения. Поскольку цифровые технологии в транспортной сфере становятся все более распространенными, важно разработать основу для оценки их воздействия на устойчивость и выбор оптимального ряда взаимосвязанных этапов выбора инновационных решений.

Изучение современных тенденций в транспортной сфере позволяет сделать вывод о том, что цифровизация является ключевым приоритетом современного инновационного развития. Однако, если рассматривать основные транспортные предприятия в регионах, то можно сделать вывод, что используют цифровизацию только не более 37% предприятий. Если выделить основные причины неиспользования цифровизации в транспортной сфере, то сделать вывод можно о том, что компетентность специалистов в данной области чаще всего невелика. Практически применимость цифровизации в транспортной сфере еще недостаточно осознается руководством предприятия, более того, стоимость цифровизации в транспортной сфере достаточно высока. Решение задачи синергии конкурентоспособности и инновационности позволяет обеспечить комплементарность цифровизации производственных процессов и устойчивого развития в транспортной сфере в целях снижения вредного воздействия на окружающую среду.

Важно отметить, что внедрение инноваций в компаниях может существенно замедлиться по причине отсутствия специалистов, обладающих необходимой квалификацией, позволяющей эффективно использовать инновационную технику в гибридной системе [3]. Система оценки устойчивости цифровых технологий (SAFT), которая может применяться для оценки устойчивости цифровых технологий. Структура SAFT призвана быть всеобъемлющей, гибкой и адаптируемой к различным типам цифровых технологий, а также к индивидуальным требованиям компаний. Структура SAFT также учитывает аспекты привлекательности технологий. Структура SAFT потенциально может внести заметный вклад в область цифровой устойчивости и предоставить практический инструмент для оценки устойчивости цифровых технологий и выявления возможностей для их улучшения. Однако постоянной проблемой является оценка устойчивости. Ни вклад технологии, ни ее влияние на устойчивость в настоящее время не оцениваются структурированным образом. Для транспортных компаний, которые сталкиваются с инновационными технологическими решениями, определение вклада новой цифровой технологии в устойчивое развитие имеет большое значение из-за актуальности устойчивого развития. Соответственно, воздействие на устойчивость должно быть тесно связано с оценкой инновационных технологий в транспортной сфере.

В области управления процессами существует ряд взаимосвязанных этапов выбора новых цифровых технологий. На основе этих шагов представлена общая

стратегия развития в рис. 1, которая будет использоваться позже для структурирования SAFT транспортного предприятия.



Рисунок 1 – Процесс выбора цифровой технологии в целях инновационной ESG-трансформации

Первый этап — определение подходящих цифровых технологий для транспортных компаний. Для этого можно использовать методы поиска и прогнозирования тенденций. В результате этого этапа формируется список цифровых технологий, подлежащих дальнейшему анализу.

Второй этап включает сбор информации о цифровых технологиях из списка. Важно получить полное представление о каждой цифровой технологии, включая оценку внутренних ресурсов и навыков транспортной компании для ее внедрения. Также необходимо учитывать аспекты устойчивого развития, такие как экологические, экономические и социальные факторы.

По итогам второго этапа формируется подробная база знаний по каждой цифровой технологии.

Третий этап – оценка предлагаемых инновационных технологий. На основе матрицы многокритериальной оценки проводится анализ цифровых технологий из списка по таким параметрам, как технологический потенциал, устойчивость и соответствие стратегическим целям компании. Полученные результаты используются для формирования матрицы портфеля цифровых технологий, которая служит основой для принятия цифровых технологических решений в компании.

Четвертый этап – принятие решения об использовании цифровых технологий в транспортной сфере. Основываясь на данных матрицы портфеля цифровых технологий, принимается окончательное решение о внедрении той или иной цифровой технологии.

Необходимо отметить, что данное решение основывается на трех критериях: цифровом технологическом потенциале, устойчивости и соответствии стратегическим целям транспортной компании. После принятия решения о внедрении цифровой технологии ее влияние на транспортную компанию и устойчивое развитие предприятия должно регулярно отслеживаться. Кроме того, управление технологиями включает в себя выявление и внедрение технологических инноваций, т.е. новых видов цифровых технологий на ранней стадии. Новые цифровые технологии представляют, как риски, так и возможности. Поэтому важен тщательный и понятный выбор. Процесс выбора цифровых технологий сложен из-за дифференциации и разнообразия технологий. В качестве предметной области настоящей работы особое внимание уделяется оценке инновационных технологий в рамках стратегического управления технологиями [4].

Однако постоянной проблемой является оценка устойчивости внедряемых инновационных технологий в транспортных компаниях. Ни вклад инновационной

технологии, ни ее влияние на устойчивость в настоящее время не оцениваются структурированным образом. Для транспортных компаний, которые сталкиваются с технологическими решениями, определение вклада новой цифровой технологии в устойчивое развитие имеет большое значение из-за актуальности устойчивого развития. Соответственно, воздействие на устойчивость должно быть тесно связано с оценкой инновационных технологий в транспортной сфере.

Список литературы

1. Teko E., Lah O. (2022) Capacity Needs Assessment in Transport Innovation Living Labs: The Case of an Innovative E-Mobility Project. *Front. FutureTransp.* 3:799505. doi: 10.3389/ffutr.2022.799505.

2. Дорошенко, Ю. А. Научно-теоретические аспекты стимулирования инновационно-инвестиционных драйверов развития высокотехнологичного сектора региональной экономики / Ю. А. Дорошенко, И. О. Малыхина, Е. Д. Щетинина // *Общество: политика, экономика, право.* – 2023. – № 8(121). – С. 99-105. – DOI 10.24158/pep.2023.8.12.

3. Что такое цифровая экономика? Тренды, компетенции, измерение Ч-80: докл. к XX Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 9–12 апр. 2019 г. / Г. И. Абдрахманова, К. О. Вишнеvский, Л. М. Гохберг и др. ; науч. ред. Л. М. Гохберг ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2019. – 82, [2] с. – ISBN 978-5-7598-1974-5.

4. Зотова, И. В. Влияние цифровой трансформации экономики на предпринимательские компетенции // *Современная конкуренция.* 2018. № 2, 3 (68, 69). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tsifrovoy-transformatsii-ekonomiki-na-predprinimatelskie-kompetentsii> (дата обращения: 07.05.2024).

References

1. Teko E., Lah O. (2022) Capacity Needs Assessment at Transport Innovation Living Labs: an example of an innovative e-mobility project. *Before. Future version* 3:799505. doi: 10.3389/ffutr.2022.799505.

2. Doroshenko, Yu. A. Scientific and theoretical aspects of stimulating innovation and investment for the development of the high-tech sector of the regional economy / Yu. A. Doroshenko, I. O. Malykhina, E. D. Shchetinina // *Society: politics, economics, law.* – 2023. – No. 8(121). – pp. 99-105. – DOI 10.24158/pep.2023.8.12.

3. What is the digital economy? Trends, competencies, measurements H-80 : dokl. to the XX April International Scientific Conference on Economic and Social Development, Moscow, April 9-12, 2019 / G. I. Abdrakhmanova, K. O. Vishnevsky, L. M. Gokhberg et al.; scientific ed. L. M. Gokhberg; national research. University of the Higher School of Economics. – Moscow: Publishing House of the Higher School of Economics, 2019. 82, [2] p. ISBN 978-5-7598-1974-5.

4. Zotova, I. V. The impact of the digital transformation of the economy on entrepreneurial competencies // *Modern competition.* 2018. No.2-3 (68-69). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tsifrovoy-transformatsii-ekonomiki-na-predprinimatelskie-kompetentsii> (application date: 05/07/2024).

Жайворонок Д.А.

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры
производства, ремонта и эксплуатации машин
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Терёхина И.В.

магистр кафедры производства, ремонта и
эксплуатации машин ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Шакина Ф.А.

магистр кафедры производства, ремонта и
эксплуатации машин ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Zhayvoronok D.A.

Ph.D., associate professor, associate professor of the
department of production, repair and operation of machines,
Voronezh State University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Russian Federation

Terehina I.V.

MA of the department of production, repair and operation of
machines, Voronezh State University of Forestry and
Technologies named after G.F. Morozov,
Russian Federation

Shakina F.A.

MA of the department of production, repair and operation of
machines, Voronezh State University of Forestry and
Technologies named after G.F. Morozov,
Russian Federation

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ АБОНЕНТОВ АВТОТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

IMPROVING THE QUALITY OF SUBSCRIBER INFORMATION EXCHANGE ROAD TRANSPORT INFRASTRUCTURE

Аннотация. С целью обеспечения качественного обмена информацией между участниками автотранспортной инфраструктуры проведен обзор и даны рекомендации по выбору наиболее оптимальных технологий систем связи, соответствующих современным требованиям к помехоустойчивости, дальности связи, безопасности передачи и приему данных.

Ключевые слова: подвижные объекты, пересеченная местность, ландшафт, системы связи, стандарты радиосвязи, каналы связи, передача информации, радиосигнал, помехи.

Abstract. In order to ensure high-quality information exchange between the participants of the road transport infrastructure, a review was conducted and recommendations were given on the choice of the most optimal communication system technologies that meet modern requirements for noise immunity, communication range, data transmission and reception security.

Keywords: mobile objects, rough terrain, landscape, communication systems, radio standards, communication channels, information transmission, radio signal, interference.

Анализ данных Федеральной службы государственной статистики показывает ежегодный рост спроса на автомобильные транспортные услуги как в сфере перевозки пассажиров, так в сфере грузоперевозок. Кроме того, автопарки Федеральных министерств, федеральных служб и федеральные агентства, также имеют тенденцию к расширению. Обеспечение обменом информации между участниками дорожного движения (диспетчеры, ремонтные бригады, водители) является необходимым атрибутом современной автотранспортной инфраструктуры. Увеличение количества автомобилей, повышение требований к объему, качеству и безопасности обмена данными детерминирует необходимость использования современных технологий приёма-передачи информации [1].

Наиболее удобным и, как следствие, распространенным способом передачи информации и данных в автопарковых хозяйствах является радиосвязь [2]. Однако, при использовании различных видов и способов беспроводных систем связи необходимо учитывать особенности ландшафта (равнина, холмы, горы), густоту лесных насаждений, особенности профессиональной деятельности работников автохозяйства (количество работников, максимальная удаленность, виды и объемы передаваемой информации), плотность городской застройки, влияния природных и промышленных – техногенных помех.

Для передачи информации по каналам радиосвязи наиболее используемыми частотами являются:

- 27 МГц Си-Би (СВ – Citizen Band);
- 136–174 МГц VHF (Very High Frequency);
- 400–470 МГц UHF (Ultra High Frequency).

Как правило, профессиональная техника на рынке устройств приёмо-передачи информации по радиоканалам представлена конвенциональными или транкинговыми средствами радиосвязи. Как у первых, так и у вторых имеются свои достоинства и недостатки. Конвенциональные системы на базе аналогового оборудования дешевле, проще в настройке, обслуживании, дешевле, однако, они имеют ограниченный радиус действия. Кроме того, используя технологию выделенных каналов, количество которых ограничено, существенно снижается пропускная способность радиосистемы в целом, так же отсутствует возможность дуплексной передачи информации, низкая помехоустойчивость и т.д. отдельно нужно отметить неудобство перехода с одной частоты на другую, когда все участники радиообмена должны переключиться на новую частоту приема-передачи. Как правило, применение конвенциональной системы оправдано при малом количестве абонентов на один канал связи (до 10) и малом количестве соединений (до пяти в час) [3].

При организации передачи информации по радиосвязи в автомобильной инфраструктуре потребуется значительно больше 10-и абонентов на один канал связи, а также минимизировать вышеперечисленные недостатки конвенциональных систем. Это возможно при использовании современных технологий организации связи с подвижными объектами [4].

Как было сказано выше, большинство системы конвенциональной профессиональной радиосвязи реализовано на базе аналоговой аппаратуры. Одна из наиболее набирающих популярность современных решений организации радиосвязи с подвижными наземными объектами, основана на базе цифровой систем приёма-передачи информации и данных технологии IDAS. В табл. 1 представлены ее основные характеристики [2].

Таблица 1 – Основные характеристики системы связи IDAS

Метод доступа	FDMA (многостанционный доступ с частотным разделением каналов)
Ширина канала	6.25 kHz (только в цифровом режиме)
Скорость передачи данных	4,800 bps
Быстродействие кодека	3600 bps
Использование трафика	голос 2,450 bps, коррекция ошибок 1,150 bps
Модуляция	4-уровневая FSK
	Вокодер AMBE+2

Основные преимуществ системы IDAS:

- поэтапный переход к цифровым узкополосным системам радиосвязи, на основе существующих аналоговых систем;
- два независимых канала (2x 6.25kHz Кн. в 12.5kHz Кн.);
- высокое качество аудио сигнала;
- высокая безопасность;
- расширенный функционал.

Автопредприятию, решившему заменить устаревшее или не соответствующее современным потребностям передачи информации аналоговую аппаратуру, не обязательно одновременно ликвидировать старую и закупить новую, это сложно и дорого как организационно, так и финансово [5]. Система связи IDAS подразумевает постепенный переход от аналоговых к цифровым технологиям. IDAS использует технологию NXDN (технология множественного доступа с частотным разделением каналов (FDMA)) (рис. 1).

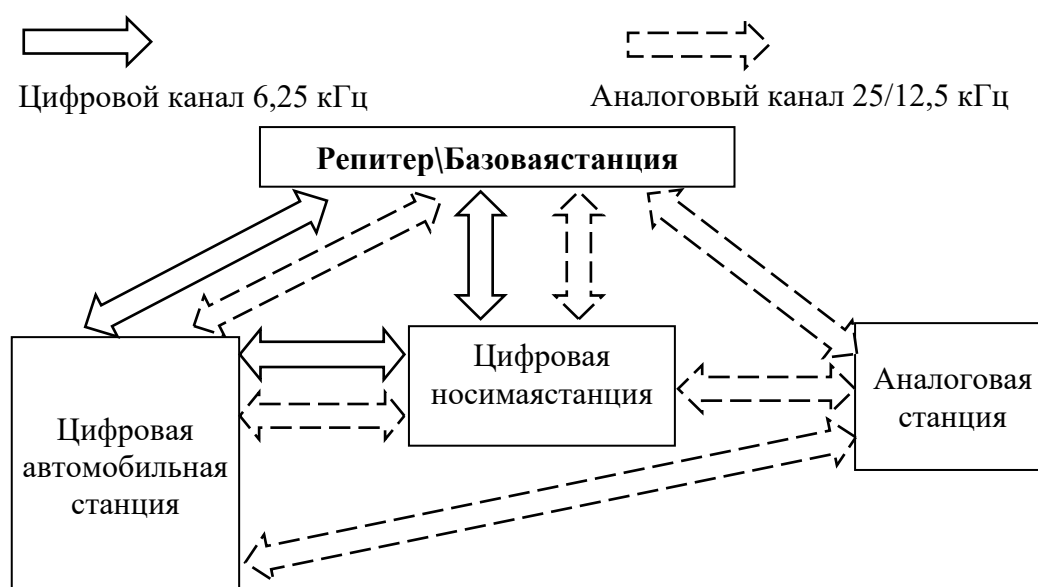


Рисунок 1 – Смешанный цифровой/аналоговой режим работы

Технология IDAS обеспечивает защищенные голосовые коммуникации с цифровой модуляцией, а также передачу данных со скоростью 4800 бит/с, сохраняя, при этом, совместимость с существующими аналоговыми FM системами.

ми. Оборудование серии IDAS предусматривает работу в смешанном режиме, в котором станция может принимать аналоговые FM сигналы и цифровые сигналы в единственном канале.

Использование радиостанций серии IDAS позволяет существенно повысить эффективность использования радиочастотного спектра и обеспечить поэтапный переход к цифровым узкополосным системам радиосвязи, на основе существующих аналоговых систем.

IDAS радиостанции (включая репитеры) могут функционировать в аналоговом и цифровом режиме в одном рабочем канале. Таким образом, имеется возможность частичного внедрения цифровых IDAS радиостанций и сохранения прежних аналоговых радиостанций в системе. Пример плавного перехода от аналоговой к цифровой системе посредством ретрансляторов представлен на рис. 2.



Рисунок 2 – Переход от аналоговой к цифровой системы посредством ретрансляторов

При формировании двух независимых каналов по 6,25 kHz в канале с шириной полосы частот 12,5 kHz увеличивается общая емкость каналов по 12.5 KHz в два раза.

В данной системе радиосвязи реализована технология комбинации приема-передачи: голос – голос, голос – данные, данные – данные.

Как показали экспериментальные исследования в процессе проведения полевых выходов, доступность связи для абонентов аппаратуры технологии IDAS увеличивается как минимум на 20%.

Информационная безопасность передаваемых данных обеспечивается тридцатью двумя тысячами семьсот шестьдесятю восьмью кодами (рис. 3).

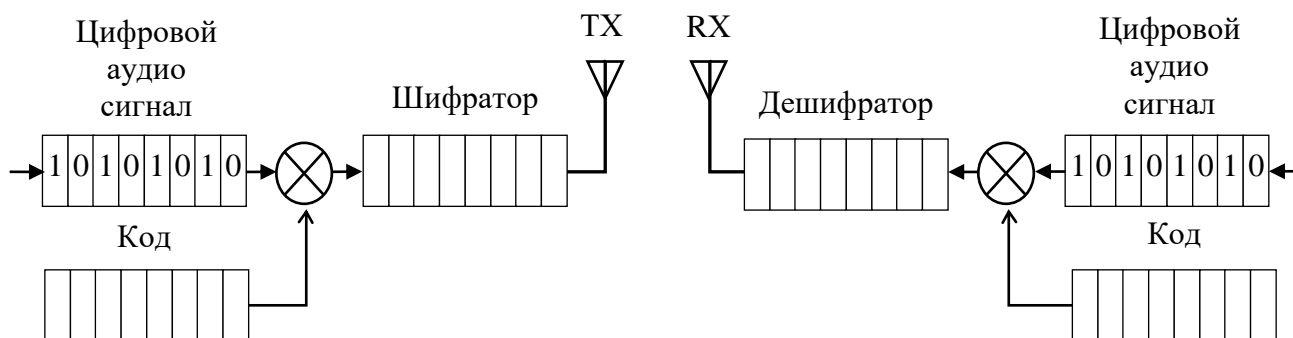


Рисунок 3 – Обеспечение информационной безопасности по технологии IDAS

Система имеет широкие возможности как в цифровом – табл. 1, так и в аналоговом режиме, табл. 2.

Таблица 2 – Цифровые особенности и функции системы

Смешанная работа аналоговой и цифровой системы	Возможны различные комбинации аналоговых и цифровых приемников и передатчиков
RAN (Radio Access Number) Коддоступа	До 64 RAN кодов в одном канале. Работают аналогично CTCSS в аналоговых системах
Индивидуальный и групповой вызов	До 65535 индивидуальных или групповых ID-кодов
Тревожный вызов	Сигнал тревоги поступит диспетчеру или другим абонентам. Диспетчер может дистанционно включить микрофон соответствующей радиостанции для прослушивания окружающей обстановки, функции man down и lone worker позволяют автоматически отправлять сигнал тревоги.
Передача данных	Возможно принимать и отправлять данные или короткие сообщения
Передача сообщений	Передача ранее запрограммированных текстовых сообщений (12 символов). Запрограммированные сообщения можно редактировать с помощью клавиатуры на радиостанции
Дистанционное отключение и включение	Дистанционное отключение потерянной или украденной радиостанции с возможностью последующей активации
Проверка свободного канала	При включении радиостанция получает подтверждение о наличии свободного канала связи
Передача данных GPS	GPS данные могут передаваться как в отдельном канале, так и в одном канале вместе с голосом

Таким образом, использование на автотранспортных предприятиях оборудования радиосвязи технологии IDAS позволит осуществить постепенную замену морально устаревшего оборудования аналоговой радиосвязи с частотным разделением каналов на современную цифровую аппаратуру большей пропускной способностью, зоной покрытия радиосигналом, помехоустойчивостью. Кроме того, данная технология обеспечивает высокий уровень информационной безопасности, что особенно актуально в настоящее время.

Список литературы

1. Icom IDAS цифровая система связи. URL: <https://www.tronvtm.ru/info/articles/sredstva-radiosvyazi/icom-idas-tsifrovaya-sistema-svyazi/>.
2. Жайворонок, Д. А. Особенности использования современных стандартов цифровой связи // Общественная безопасность, законность и правопорядок в III тысячелетии : материалы международной научно-практической конференции, Воронеж, 01 октября 2014 года. – Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2014. – С. 15–17.
3. Беспроводные технологии на автомобильном транспорте. Глобальная навигация и определение местоположения транспортных средств : учебное пособие / В.М. Власов, Б.Я. Мактас, В.Н. Богумил, И.В. Конин. – Москва : ИНФРА-М, 2024. – 184 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – DOI 10.12737/textbook_591aea600e5f05.45330352. – ISBN 978-5-16-012733-0. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/2126275>.
4. Посметьев В. И., Жайворонок Д. А. Повышение эффективности управления потоком данных спутникового мониторинга транспортных средств // Всероссийская научно-техническая конференция «Инновационные технологии на автомобильном транспорте». № 1 (21), 2022. – С. 7–14.
5. Автоматические системы транспортных средств : учебник / В.В. Беляков, Д.В. Зезюлин, В.С. Макаров, А.В. Тумасов. – Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. – 352 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-00091-696-4. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1052409>.

References

1. Icom IDAS digital communication system. URL: <https://www.tronvtm.ru/info/articles/sredstva-radiosvyazi/icom-idas-tsifrovaya-sistema-svyazi/>.
2. Zhayvoronok, D. A. Features of the use of modern digital communication standards // Public safety, legality and law and order in the III millennium : materials of the international scientific and practical conference, Voronezh, October 01, 2014. – Voronezh : Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, 2014. – pp. 15-17.
3. Wireless technologies in road transport. Global navigation and vehicle location determination : a textbook / V.M. Vlasov, B.Ya. Maktas, V.N. Bogumil, I.V. Konin. – Moscow : INFRA-M, 2024. – 184 p. – (Higher education: Bachelor's degree). – DOI 10.12737/textbook_591aea600e5f05.45330352. – ISBN 978-5-16-012733-0. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/2126275>.
4. Posmetyev V. I., Zhayvoronok D. A. Improving the efficiency of managing the flow of data from satellite monitoring of vehicles // All-Russian Scientific and technical Conference "Innovative technologies in automobile transport". No. 1 (21), 2022. – pp. 7-14.
5. Automatic vehicle systems : textbook / V.V. Belyakov, D.V. Zezyulin, B.C. Makarov, A.V. Tumasov. – Moscow: FORUM : INFRA-M, 2020. – 352 p. – (Higher education). – ISBN 978-5-00091-696-4. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1052409>.

Логунова Е.А.

студент факультета инженерных систем и сооружений,
Воронежский государственный технический
университет, РФ

Жидких Н.С.

аспирант кафедры строительной техники и инженерной
механики им. профессора Н.А. Ульянова, Воронежский
государственный технический университет, РФ

Каргашилов Д.В.

д-р техн. наук, доцент кафедры техносферной и
пожарной безопасности, Воронежский государственный
технический университет, РФ

Logunova E.A.

Student of the Faculty of Engineering Systems and
Structures, Voronezh State Technical University,
Russian Federation

Zhidkikh N.S.

Postgraduate student of the Department of Construction
Machinery and Mechanical Engineering named after
Professor N.A. Ulyanov, Voronezh State Technical
University, Russian Federation

Kargashilov D.V.

Dr. Sci. Tech., docent of the Department of Technosphere
and Fire Safety, Voronezh State Technical University,
Russian Federation

КОНЦЕПЦИИ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ НА ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРАХ

FIRE SAFETY SYSTEMS CONCEPTS FOR ELECTRIC POWERED CONSTRUCTION MACHINERY WITH LITHIUM-ION BATTERIES

Аннотация. Рассматриваются условия, причины и последствия возгорания литий-ионных аккумуляторов электрических строительных грузовых автомобилей на объектах строительства. Анализируются существующие способы тушения электромобилей, в т. ч. с применением специальных контейнеров. Приводятся выдержки из нормативной документации и федерального законов в области предупреждения пожаров. Предлагаются концепции систем по предотвращению возгораний строительной техники.

Ключевые слова: электрификация, строительная техника, литий-ионный аккумулятор, предотвращение возгорания, пожарная безопасность.

Abstract. The paper considers conditions, causes and consequences of lithium-ion battery fires of electric construction trucks at construction sites. Existing methods of extinguishing electric vehicles, including the use of special containers, are analyzed. Excerpts from regulatory documentation and federal laws in the field of fire prevention are given. Concepts of fire prevention systems for construction equipment are proposed.

Keywords: electrification, construction machinery, lithium-ion battery, fire prevention, fire safety

По всему миру, в т. ч. и в Российской Федерации, постоянно растут объемы и темпы строительства промышленных и гражданских объектов, где используется значительное количество строительной техники. Электромобили (EV) представляют собой особый тренд в автомобильной промышленности, поскольку их количество стремительно растет из-за опасений ввиду изменения климата, энергетической устойчивости и отказа от ископаемого топлива. Одна-

ко, наряду с экологическими преимуществами, которые предлагают электромобили, серьезную озабоченность вызывают риски пожарной безопасности [1]. Электромобили представляют пожароопасность в первую очередь из-за своих литий-ионных аккумуляторов, которые ведут себя при пожарах иначе, чем традиционные автомобили с двигателями внутреннего сгорания (ДВС). Основной причиной возгораний в таких машинах становятся высоковольтные тяговые литий-ионные аккумуляторы [2].

В данной работе рассматриваются возможные риски, связанные с литий-ионными аккумуляторами грузовых автомобилей, используемых на объектах строительства, а также предложены инновационные концепции систем обеспечения пожарной безопасности.

Литий-ионный аккумулятор (ЛИА – это электрохимическое устройство. Оно накапливает в себе энергию, которая в дальнейшем высвобождается в виде электричества. На сегодняшний день они являются самыми используемыми не только в портативных устройствах, но и в крупной промышленности, имея ряд преимуществ: долгий срок эксплуатации и массогабаритные характеристики. Важно учесть, что, несмотря на ряд преимуществ, литий-ионные аккумуляторы имеют и недостатки, которые влекут за собой негативные последствия.

Таблица 1 – Область воспламенения водорода

Компонент	Химическая формула	Концентрационный предел распространения пламени в воздухе		Температура самовоспламенения °С
		Нижний (НКПР)	Верхний (ВКПР)	
		объемная доля, %		
Водород	H ₂	4	77	510

Горючий газ, который может воспламеняться от искры, возникающей от обычного статического электричества или трения, находится в пределах ограниченной зоны концентрации.

Наиболее воспламеняемым является двухатомный газообразный водород. Он способен к воспламенению при концентрациях от 4 % до 77 % [3].

Реакция такого горения является следующей:



Взрывы и возгорание водорода происходят при наличии простой искры, а также повышенном нагреве. Также было замечено, что он воспламеняется при

воздействии солнечного света и даже при очень незначительном повышении температуры.

Аккумулятор воспламеняется, что приводит к повышению давления и температуры внутри ячейки. Утечка газа становится проблемой, поскольку выброс газов влечет за собой такие последствия, как взрыв и пожар. Электролит содержит растворы солей лития, при первой зарядке, когда происходит интеграция лития в анод, на электродах образуется защитный слой. Ионопроводящий защитный барьер начинает разрушаться на аноде при температуре 70-90°C, что случается в результате короткого замыкания [4].

Литий-ионные батареи состоят из электродов, которые разделены сепараторами, пропитанными электролитом. Они помещены в герметичный корпус, часто оснащенный клапаном сброса давления.

Главной сложностью тушения возгорания аккумулятора является огромный расход воды, а также выделяемые при этом токсичные газы: фтороводород, оксиды углерода, алюминий, литий, медь и кобальт. Далее аккумулятор необходимо поместить в «карантин» продолжительностью около 24–48 часов – полное погружение под воду с целью снижения температуры и ее постоянного мониторинга. Но далее существует уже другая проблема – утилизация воды, которая за это время напиталась токсичными газами. Для того, чтобы потушить пожар и обеспечить охлаждение батареи электромобиля Tesla после ДТП необходимо израсходовать до 11 т воды, погрузив в контейнер для предотвращения дальнейшего самовозгорания [5, 6].

Однако, грузовые строительные машины и спецтехника кратно превышают объем и массу легкового электромобиля, что требует гораздо большего объема воды для их полного погружения и тушения. Таким образом, предотвращение возгорания строительной машины на электротяге представляется потенциально более выгодным чем тушение с экономической точки зрения и безопасным – с техносферной. Для этого могут быть предложены следующие концепции систем предотвращения возгорания:

1. Интегрированная система терморегулирования (ИСТ)

ИСТ использует комбинацию каналов жидкостного охлаждения, встроенных в аккумуляторную батарею, и материалов с фазовым переходом (МФП) для поглощения избыточного тепла во время пиковых нагрузок. Жидкостное охлаждение циркулирует вокруг каждого элемента батареи, поддерживая оптимальную температуру, в то время как МФП поглощают тепло во время резких скачков температуры, предотвращая выход тепла за пределы емкости.

2. Мониторинг состояния и безопасности аккумуляторных батарей с использованием прогностической аналитики

Система непрерывно отслеживает состояние элементов питания, используя данные в режиме реального времени, поступающие от датчиков, которые отслеживают температуру, напряжение, ток и внутреннее сопротивление. Эти

данные анализируются с помощью алгоритмов машинного обучения для прогнозирования возможных сбоев в работе батареи до того, как они произойдут.

3. Модульная конструкция батареи с автоматической системой изоляции (САИ)

Модульная конструкция аккумулятора состоит из отдельных сменных аккумуляторных модулей, которые контролируются независимо друг от друга. В случае сбоя в одном модуле система автоматической изоляции (САИ) отключает поврежденный модуль от аккумуляторной батареи, чтобы предотвратить каскадные сбои. Эта система также активирует протокол автоматической разрядки для безопасного отвода энергии из изолированного модуля.

При использовании грузовых автомобилей с электроприводом имеется фактор внезапного возникновения возгорания и взрыва аккумулятора, что также может привести к обильному выделению токсичных веществ, материальному ущербу и даже летальному исходу. При попытке самостоятельного тушения пожара водитель рискует своей жизнью, т. к. ликвидировать данное возгорание способны только профессионалы.

Ликвидация такого возгорания может быть затруднена и потребовать существенных объемов воды. При этом специальная техника для тушения путем полного погружения таких габаритных транспортных средств не производится. Поэтому пожар электрического грузовика легче предотвратить, чем потушить.

Интеграция терморегулирования, прогнозной аналитики и модульной конструкции обеспечивает создание комплексной системы, которая не только реагирует на отказы аккумуляторных батарей, но и активно предотвращает их. Это инновационное сочетание превентивных и реактивных мер безопасности устанавливает может установить новые стандарты безопасной эксплуатации электрических строительных машин и обеспечить экономические преимущества в долгосрочной перспективе.

Список литературы

1. Оценка влияния негативных факторов на водителя строительного автомобиля-самосвала с электрической силовой установкой / В. А. Жулай, Е. И. Головина, Н. С. Жидких, Е. А. Логунова // Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, инновации : Сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции, Омск, 23–24 ноября 2023 года. – Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2023. – С. 385-389. – EDN GJSVLS.

2. Information for first and second responders. Emergency response guide. Tesla ModelS Electric // Tesla.com. – URL: https://www.tesla.com/sites/default/files/downloads/2021_Model_S_Emergency_Response_Guide_en.pdf.

3. Предел воспламенения и максимальные концентрации в воздухе // ПГС Сервис. – URL: <https://pgs.ru/information/predelyi-vosplamneniya.html>.

4. Елисеев, Ю. Н. Анализ пожарной опасности литий-ионных аккумуляторных батарей / Ю. Н. Елисеев, А. В. Мокряк // Научно-аналитический журнал "Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России". – 2020. – № 3. – С. 14-17. – EDN SMRKKF.

5. Орлов, О. И. Пожарная опасность литий-ионных аккумуляторов / О. И. Орлов, В. А. Комельков, Д. В. Сорокин // Современные проблемы гражданской защиты. – 2023. – № 4(49). – С. 177-189. – EDN DGRGQQ.

6. Венжик, А. В. Актуальные проблемы взрывопожароопасности литий-ионных батарей электрических транспортных средств / А. В. Венжик, Ю. В. Мнускина, Ю. В. Мнускин // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. – 2021. – № 3(10). – С. 74-79. – EDN EUCDIE.

References

1. Assessment of the impact of negative factors on the driver of a construction dump truck with an electric power plant / V. A. Zhulai, E. I. Golovina, N. S. Zhidkih, E. A. Logunova // Architectural, construction and road transport complexes: problems, prospects, innovations : Collection of materials of the VIII International Scientific and practical Conference, Omsk, November 23-24, 2023. Omsk: Siberian State Automobile and Road University (SibADI), 2023. - pp. 385-389. – EDN GJSVLS.

2. Information for first and second responders. Emergency response guide. Tesla Model S Electric // Tesla.com. – URL: https://www.tesla.com/sites/default/files/downloads/2021_Model_S_Emergency_Response_Guide_en.pdf.

3. Ignition limit and maximum concentrations in the air // PGS Service. – URL: <https://pgs.ru/information/predelyi-vozhizneniya.html>.

4. Eliseev, Yu. N. Analysis of fire danger of lithium-ion battery batteries / Yu. N. Eliseev, A.V. Mokryak // Scientific and analytical journal "Bulletin of the St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia". - 2020. – No. 3. – pp. 14-17. – EDN SMRKKF.

5. Orlov, O. I. Fire hazard of lithium-ion batteries / O. I. Orlov, V. A. Komelkov, D. V. Sorokin // Modern problems of civil protection. – 2023. – № 4(49). – Pp. 177-189. – EDN DGRGQQ.

6. Venjik, A.V. Actual problems of explosion and fire hazard of lithium-ion batteries of electric vehicles / A.V. Venjik, Yu. V. Mnutkina, Yu. V. Mnutkin // Fire and technosphere safety: problems and ways of improvement. – 2021. – № 3(10). – Pp. 74-79. – EDN EUCDIE.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРИВОДА САМОХОДНОЙ МАШИНЫ

THE RESULTS OF SIMULATION OF THE ELECTRIC DRIVE OF A SELF-PROPELLED MACHINE

Аннотация. В статье представлены результаты имитационного моделирования электрического привода самоходной машины. Описана математическая модель системы привода, учитывающая динамику и переходные процессы функционирования самоходной машины. Проведён анализ энергетических характеристик привода при различных режимах работы. Полученные результаты могут быть использованы при оптимизации параметров привода с целью повышения эксплуатационных показателей самоходной машины.

Ключевые слова: электрический привод, самоходная машина, имитационное моделирование, энергетические характеристики, математическая модель, переходные режимы.

Abstract. The article presents the results of simulation of the electric drive of a self-propelled machine. A mathematical model of the drive system is described, taking into account the dynamics and transients of the functioning of a self-propelled machine. The analysis of the energy characteristics of the drive under various operating modes is carried out. The results obtained can be used to optimize the drive parameters in order to improve the performance of a self-propelled machine.

Keywords: electric drive, self-propelled machine, simulation, energy characteristics, mathematical model, transient modes.

Самоходные машины с электрическим приводом находят все более широкое применение в различных отраслях промышленности, сельском хозяйстве и в транспорте. Их популярность обусловлена рядом преимуществ по сравнению с машинами с двигателями внутреннего сгорания, включая повышенную энергоэффективность, снижение выбросов вредных веществ и низкий уровень шума [1]. Электрические приводы активно применяются в таких самоходных машинах, как экскурсионные электромобили, коммунальные уборочные электромобили, электропогрузчики, электрические тракторы. Их внедрение также актуально в контексте глобальной тенденции перехода на экологически чистые автотранспортные средства (АТС) и сокращения выбросов углекислого газа.

Данная работа посвящена вопросам имитационного моделирования самоходных машин категории А1 и А2 (рис. 1). В качестве объекта исследования был использован экскурсионный электромобиль авторской конструкции [2].

Для повышения эффективности работы электрических приводов в самоходных машинах важно моделировать их динамические процессы. Это позволяет корректировать параметры АТС и добиваться оптимальной производительности. В данной статье рассмотрена математическая модель, а также результаты имитационного моделирования электрического привода самоходной машины в установившихся и переходных режимах.



Рисунок 1 – Примеры самоходных машин категории А2

Для математического моделирования силовой установки АТС была создана программа для ЭВМ, которая реализована средствами языка программирования PascalABC.NET.

При разработке математической модели были приняты следующие основные допущения [3]:

- не учитывается насыщение магнитной системы;
- считается, что сопротивления обмоток – величины постоянные, не зависящие от температуры;
- вязкостное трение в электродвигателе пренебрежимо мало;
- при описании аккумуляторной батареи не учитывался уровень естественной деградации емкости;
- момент сопротивления трансмиссии, принимался постоянным с учетом КПД;
- рассматривается движение АТС на горизонтальном участке;
- динамический радиус колеса остается неизменным.

В основе математической модели, использованной для имитационного моделирования, лежат следующие уравнения [4, 5]:

- уравнение движения якоря двигателя:

$$J \left(\frac{d\omega}{dt} \right) = M_{\text{эм}} - M_{\text{с}}, \quad (1)$$

- уравнение, описывающее физические процессы в электрической цепи:

$$U = R \cdot i + L_{\text{я}} \left(\frac{di}{dt} \right) + k \cdot \Phi \cdot \omega. \quad (2)$$

– уравнение разряда АКБ:

$$E = E_s - K \cdot \frac{Q}{Q - I \cdot t} \cdot I - N \cdot I + A \cdot e^{\frac{I \cdot t}{B \cdot Q}} - C \cdot I \cdot t, \quad (3)$$

В этих уравнениях, с учетом особенностей работы двигателя постоянного тока последовательного возбуждения, в составе привода самоходной машины физические величины определяются следующим образом: $M_c = M_{тр} + M_{п} + M_a + M_{и}$ – момент сопротивления учитывающий момент от силы трения, момент от силы сопротивления подъему, момент от силы аэродинамического сопротивления, момент от силы инерции; $M_{эм}$ – электромагнитный момент, приложенный к якорю; $L_{я}$ – индуктивность якоря; J – момент инерции якоря двигателя и жестко связанных с ним вращающихся деталей (маховик, корзина сцепления); ω – угловая скорость якоря или вала двигателя; U – напряжение аккумуляторной батареи (АКБ) с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением; t – время; k – постоянный коэффициент; $k = \frac{pN}{2\pi a}$, где p – число пар полюсов, a – число пар параллельных ветвей обмотки якоря, N – число проводников якоря; $R = R_{я} + R_{в} + R_{д}$ – сопротивление цепи, состоящее из сопротивления якоря, сопротивления обмотки возбуждения и добавочного сопротивления $R_{д} = f(\varphi)$; E_s – начальное напряжение разряда, В; K – коэффициент поляризации, Ом·см; N – внутреннее сопротивление элемента, Ом·см; Q – количество (ёмкость) активного материала, А·ч/элемент; I – ток разряда, А; t – время разряда, ч; A – эмпирический коэффициент, В; B – эмпирический коэффициент; C – коэффициент, В·см/(А·с).

Основные технические характеристики исследуемого АТС приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Технические характеристики объекта исследования

Характеристики	Параметры
Номинальная мощность электродвигателя, кВт	5
Тип электродвигателя	Двигатель постоянного тока с последовательным возбуждением обмоток
Напряжение питания, В	82
Емкость АКБ, А·ч	200
Масса транспортного средства, кг	970
Тип привода	задний
Передаточное отношение главной пары	5,125
Передаточное отношения КПП	1 передача – 3,4; 2 передача – 2,1; 3 передача – 1,4; 4 передача – 1

На рис. 2 приведены результаты имитационного моделирования электрического привода самоходной машины.

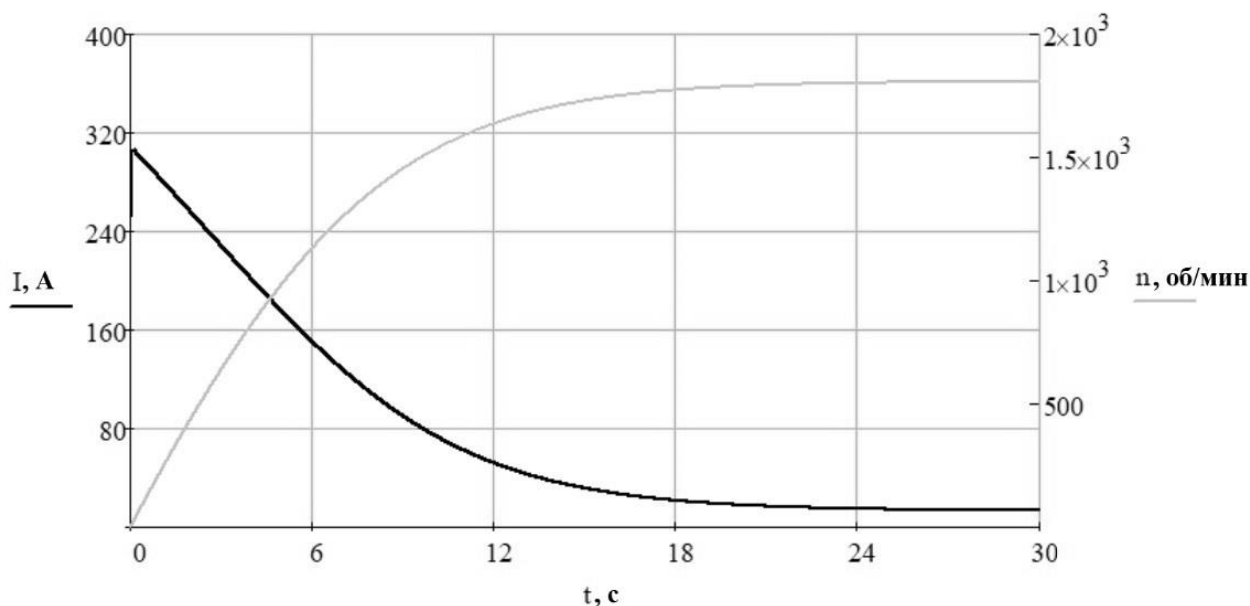


Рисунок 2 – График зависимости потребляемой силы тока I (А) и оборотов электродвигателя от времени

Приведенные графики демонстрируют работу электрической силовой установки при трогании автотранспортного средства (АТС) с места на первой передаче и его выходе на устойчивую скорость движения. Расчетные значения силы тока и скорости движения соответствуют техническим характеристикам объекта исследования (расхождение расчетных и экспериментальных значений не превышает 15 %).

Разработанное математическое и программное обеспечение позволяет провести вычислительные эксперименты и установить закономерности влияния параметров шасси, режимов эксплуатации, дорожных условий и других факторов, на тягово-скоростные характеристики привода самоходной машины.

Список литературы

1. Гусейнов, И. М. Российский рынок электромобилей: современное состояние и перспективы развития / Материалы I Белорусского географического конгресса : Материалы конгресса к 90-летию факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета и 70-летию Белорусского географического общества. В 7 частях, Минск, 08–13 апреля 2024 года. С. 77-80.
2. Груничев, А.В., Дорохина А.Е., Оганян Э. А., Хмелёв Р.Н., Рыбаков Г.П. Опыт разработки и эксплуатации экскурсионного электромобиля, адаптированного для перевозки лиц с ОВЗ / Доступная среда - маршрут для каждого: Сборник докладов Всероссийского научно-практического форума, Тула, 26–27 октября 2023 года. – Тула: Тульский государственный университет, 2023. – С. 48-52.

3. Оганян Э.А., Тишин С.А., Хмелев Р.Н. К вопросу разработки математического описания электрической силовой установки автотранспортных средств / 60-я Научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава ТулГУ с всероссийским участием: Сборник докладов. В 2-х частях, Тульский государственный университет, 05–09 февраля 2024 года. С. 171-176.

4. Москаленко, В.В. Электрический привод : учебник ДНЯ студ. БЫСШ. учеб. заведений / В. В. Москаленко. - М. : Издательский центр «Академия», 2007. - 368 с.

5. Строганов, В.И. Математическое моделирование основных компонентов силовых установок электромобилей и автомобилей с КЭУ: учеб. пособие / В.И. Строганов, К.М. Сидоров. – М.: МАДИ, 2015. – 100 с.

References

1. Huseynov, I. M. The Russian electric vehicle market: current state and prospects of development // Proceedings of the I Belarusian Geographical Congress : Materials of the Congress dedicated to the 90th anniversary of the Faculty of Geography and Geoinformatics of the Belarusian State University and the 70th anniversary of the Belarusian Geographical Society. In 7 parts, Minsk, April 08-13, 2024. pp. 77-80.

2. Grunichev, A.V., Dorokhina A.E., Ohanyan E. A., Khmelev R.N., Rybakov G.P. Experience in the development and operation of an excursion electric vehicle adapted for the transportation of persons with disabilities // Accessible environment - a route for everyone: Collection of reports of the All-Russian Scientific and Practical Forum, Tula, October 26-27, 2023. – Tula: Tula State University, 2023. – pp. 48-52.

3. Ohanyan, E.A., Tishin S.A., Khmelev R. N. On the issue of developing a mathematical description of the electric power plant of motor vehicles / 60th Scientific and Practical Conference of the teaching staff of TuLSU with all-Russian participation: Collection of reports. In 2 parts, Tula State University, 05-09 February 2024. pp. 171-176.

4. Moskalenko, V.V. Electric drive : textbook OF the student'S DAY. BYSSH. studies. the head / V. V. Moskalenko. - М. : Publishing center "Academia", 2007. - 368 p.

5. Stroganov, V.I. Mathematical modeling of the main components of power plants of electric vehicles and cars with KEU: textbook / V.I. Stroganov, K.M. Sidorov. – М.: MADI, 2015. – 100 p.

Сторожева О.В.

студент автомобильного факультета,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Дорохин С.В.

д-р. техн. наук, профессор, декан автомобильного
факультета, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Чепрасова А.А.

ассистент кафедры «Биологии», Воронежский
государственный медицинский университет
имени Н.Н. Бурденко, РФ

Storozheva O.V.

student of the Automotive Faculty,
Voronezh State University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Russian Federation

Dorokhin S.V.

Dr. Sci. Tech., professor, Dean of the Automotive Faculty,
Voronezh State University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Russian Federation

Cheprasova A.A.

Assistant of the Department of Biology, Voronezh State
Medical University named after N.N. Burdenko,
Russian Federation

ТРАНСПОРТНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА КРАЙНЕГО СЕВЕРА: СПЕЦИФИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ

TRANSPORT INFRASTRUCTURE OF THE FAR NORTH: SPECIFICS AND PROSPECTS

Аннотация: Крайний Север России представляет собой ряд уникальных районов Российской Федерации, к которым относятся территории от Якутии до Камчатского края. Они имеют свои особенности и вызовы в развитии транспортной инфраструктуры. В данной статье мы рассмотрим вариации проблем, существующих в регионах, пути их решения, а также их влияние на формирование перспектив в сфере транспортного развития.

Ключевые слова: транспорт, Северный морской путь, транспортная инфраструктура, Крайний Север, транспортная сеть.

Abstract: The Far North of Russia represents a number of unique regions of the Russian Federation, which include territories from Yakutia to the Kamchatka Territory. They have their own characteristics and challenges in the development of transport infrastructure. In this article, we will consider variations of the problems existing in the regions, ways to solve them, as well as their impact on the formation of prospects in the field of transport development.

Keywords: transport, Northern Sea Route, transport infrastructure, Far North, transport network.

Транспортная инфраструктура играет ключевую роль в развитии регионов России, в том числе и Крайнего Севера. Она является основой перевозки пассажиров и грузов, и в то же время выступает в качестве «движущей силы» в экономике. В этой сфере особенно важно обеспечить доступность транспортной сети между регионами РФ и другими государствами, а также создать возможность быстрого реагирования в чрезвычайных ситуациях. Однако для специфики природных условий Крайнего Севера, такие задачи особенно сложны и требуют специальных подходов. Например, в своем исследовании Рослякова Н.

и Горидько Н. показали, что транспортная инфраструктура существенно влияет на валовый продукт [2].

К проблемам развития транспортной инфраструктуры Крайнего Севера, помимо суровых природных условий, можно отнести в первую очередь географическое расположение региона и отдаленность его от крупных центров, высокие затраты на строительство и эксплуатацию транспортных магистралей, а также недостаточное финансирование проектов, нехватку квалифицированных специалистов для обслуживания транспорта и дорог. Все эти трудности представляют серьезные вызовы для развития транспорта в целом, а особенно на территориях Крайнего Севера [3].

Тем не менее, с появлением новых технологий и прогрессивных методов, могут быть найдены пути решения данных транспортных проблем, а именно:

- Привлечение инвестиций. Компаниям, занимающимся строительством и обслуживанием транспортных сетей, государство может оказывать помощь в виде льгот и субсидий;
- Развитие межрегиональных коммуникаций. Образование совместных проектов с другими регионами, способствует трансляции и обмену информации, что в свою очередь, облегчит перевозку пассажиров и грузов;
- Совершенствование транспортных технологий. Использование их на автомобильном, воздушном, морском и трубопроводном транспортах повысит эффективность и скорость передвижения, а также снизит затраты на содержание инфраструктуры.

Также необходимо учитывать местные особенности и потребности жителей при планировании и строительстве транспортных маршрутов. Развитие местного транспортного сообщения и линий общественного транспорта поможет улучшить доступность жителей к необходимым услугам и уменьшить изоляцию от центральных регионов. Так к 2030 году согласно распоряжению Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 года, на Крайнем Севере планируется строительство магистральных дорог, которые будут связывать отдельные регионы с центром страны. Одним из наиболее успешных примеров является строительство магистрального морского пути - «Северный морской путь». С его помощью существенно сократилось расстояние транспортировки грузов из Европы в Азию, а также произошли значительные изменения в экономике Российского Севера [4].

К яркому примеру успешного развития транспортной инфраструктуры на Крайнем Севере можно отнести Ямало-Ненецкий автономный округ, где построена мощная газотранспортная система, обеспечивающая транспортировку природного газа в регионы страны и за ее пределы, в то же время, это позволяет создать рабочие места и способствует развитию экономики региона [1].

В заключение можно сказать, что развитие транспортной инфраструктуры на Крайнем Севере является важнейшим аспектом обеспечения устойчивого развития его территорий. Преодоление трудностей, связанных с экстремальными климатическими условиями и нехваткой ресурсов, требует совместных усилий государства и научного сообщества. Активное внедрение новых технологий позволит модернизировать и создать надежную транспортную инфраструктуру, которая в свою очередь, окажет влияние на развитие экономики Крайнего Севера и повысит качество жизни людей.

Список литературы

1. Матвишин, Д. А. Арктические морские коммуникации в системе развития регионального хозяйства Ямала: обоснование рационального арктической системы транспортировки природного газа // Региональная экономика: теория и практика. 2017. С. 1136-1147.

2. Рослякова Н., Горидько Н. Экономический рост регионов и транспортная инфраструктура: регрессивный анализ // РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. 2013. № 1. С.157-161.

3. Стельмах, А.И. Классификация труднодоступности регионов и возникающие в связи с наличием различных классов труднодоступности логистические задачи // Евразийский союз ученых. – 2016. – №6-1 (27). – С.77-78.

4. Ульченко, М.В., Башмакова Е.П. Проблемы развития транспортной инфраструктуры в регионах Арктической зоны Российской Федерации // Экономика и управление: проблемы и решения. 2018. № 7(11). С. 45-52.

References

1. Matviishin, D.A. Arctic marine communications in the Yamal regional economy development system: justification of the rational Arctic natural gas transportation system // Regional economics: theory and practice. 2017. pp. 1136-1147.

2. Roslyakova N., Goridko N. Economic growth of regions and transport infrastructure: regression analysis // RISK: Resources, information, supply, competition. 2013. No.1. pp. 157-161.

3. Stelmakh A.I. Classification of inaccessibility of regions and logistical problems arising in connection with the presence of various classes of inaccessibility // Eurasian Union of Scientists. - - 2016. - No. 6-1 (27). - pp.77-78.

4. Ulchenko M.V., Bashmakova E.P. Problems of transport infrastructure development in the regions of the Arctic zone of the Russian Federation // Economics and management: problems and solutions. 2018. No. 7(11). pp. 45-52.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТУАЛЬНОГО АЛГОРИТМА ВЫВОДА ВАТС НА ДОРОГИ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ С ИЗУЧЕНИЕМ СОЦИОЛОГИЧЕСКОГО И ЭКОНОМИЧЕСКОГО ВОПРОСА ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ РЕШЕНИЙ

DETERMINATION OF THE ACTUAL ALGORITHM FOR BRINGING NAV TO PUBLIC ROADS WITH THE STUDY OF THE SOCIOLOGICAL AND ECONOMIC ISSUE OF IMPLEMENTING NEW UNMANNED TRANSPORTATION SOLUTIONS

Аннотация. Изучена необходимая нормативно-правовая база. Определён алгоритм вывода ВАТС на дороги общего пользования в рамках экспериментального правового режима. Рассмотрена и обоснована социологически и экономически проблема низкой информированности населения, потенциальных инвесторов и участников.

Ключевые слова: ВАТС, автоматизированная система, экспериментальный правовой режим, владелец ВАТС, доверие.

Abstract. The necessary regulatory and legal framework has been studied. The algorithm of bringing VATS to public roads within the framework of the experimental legal regime is determined. The problem of low awareness of the society, potential investors and participants is considered and justified sociologically and economically.

Keywords: VATS, automated system, experimental legal regime, VATS owner, trust.

При внедрении инновационных технологий в транспортно-логистический процесс нельзя отрицать факт первоначального недоверия и отторжения. Важно обеспечивать не только бесперебойную и эффективную работу новых технологических решений, но и достаточную осведомлённость и доверие общества – потенциальных пользователей.

Целями статьи ставится определение актуального алгоритма для внедрения экземпляра/партии высокоавтоматизированного транспортного средства (далее – ВАТС) потенциальным собственником (далее – алгоритм вывода), постановка и обоснование проблемы информирования населения об инновационных решениях в сфере беспилотных грузоперевозок.

Нормативно-правовой фундамент для определения алгоритма

В настоящий момент движение ВАТС регулируется в рамках экспериментального правового режима на основе ФЗ-258 в редакции от 08.08.2024 и Программой экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций по эксплуатации высокоавтоматизированных транспортных средств в отношении реализации инициативы «Беспилотные логистические коридоры» (далее – Программа) в Постановлении Правительства РФ N 1849 в редакции от 21

сентября 2024 года. Нормативно-правовая документация располагает к использованию инновационных решений в сфере беспилотных транспортных решений в логистических целях. Документ устанавливает ряд федеральных исполнителей [1], а также иных лиц, участвующих в экспериментальном правовом режиме (далее – ЭПР).

Учитывая особые положения, предусмотренные в рамках Программы [1], можно составить список лиц, непосредственно участвующих в алгоритме вывода ВАТС на дороги общего пользования. Для представления полной картины схематичное изображение должно отражать не только действия и обязательства владельца ВАТС, но и других лиц, участвующих в ЭПР (рис. 1, рис. 2).

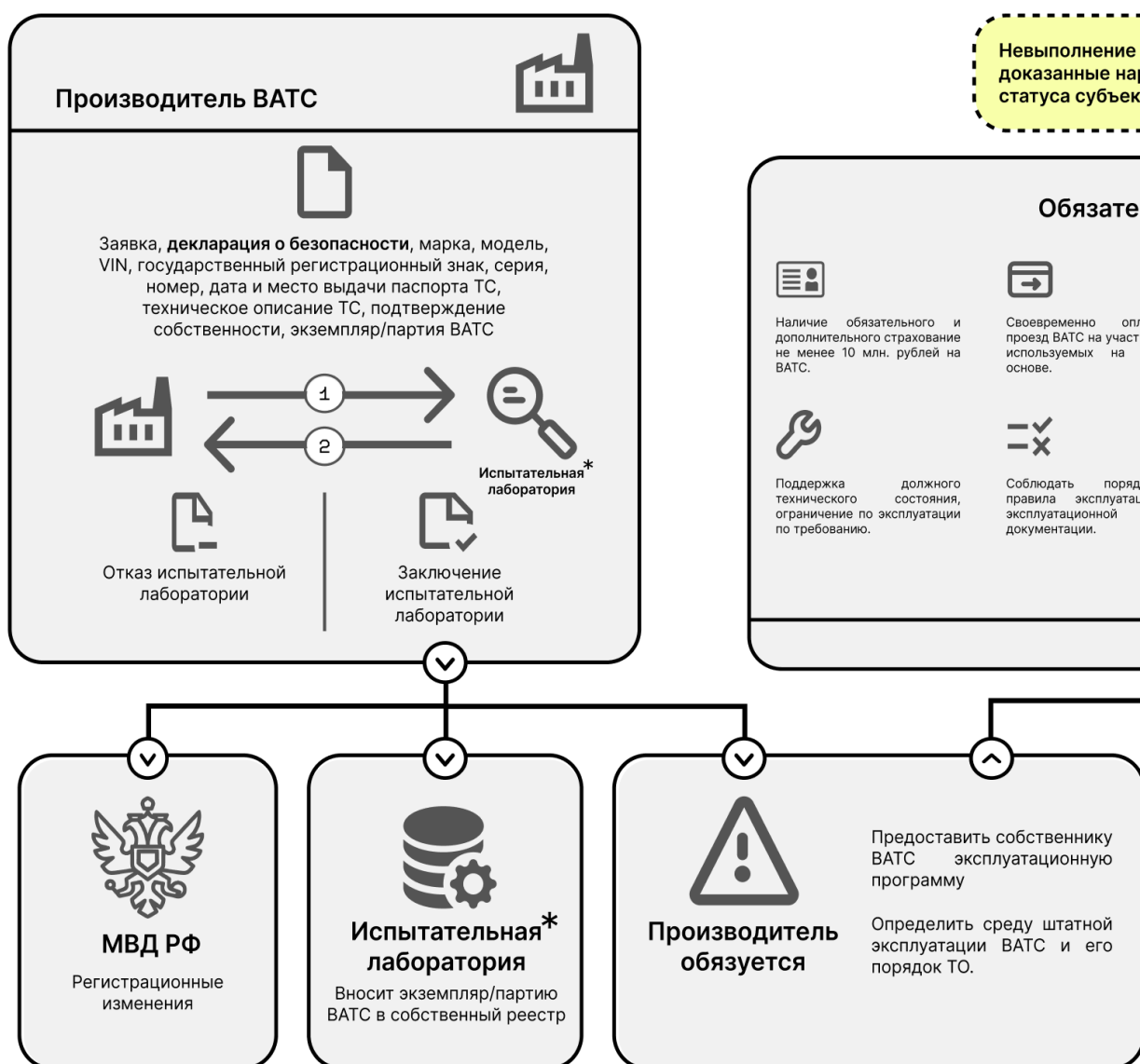


Рисунок 1 – Первая часть схематичного изображения алгоритма вывода и эксплуатации ВАС на дорогах общего пользования в рамках Программы

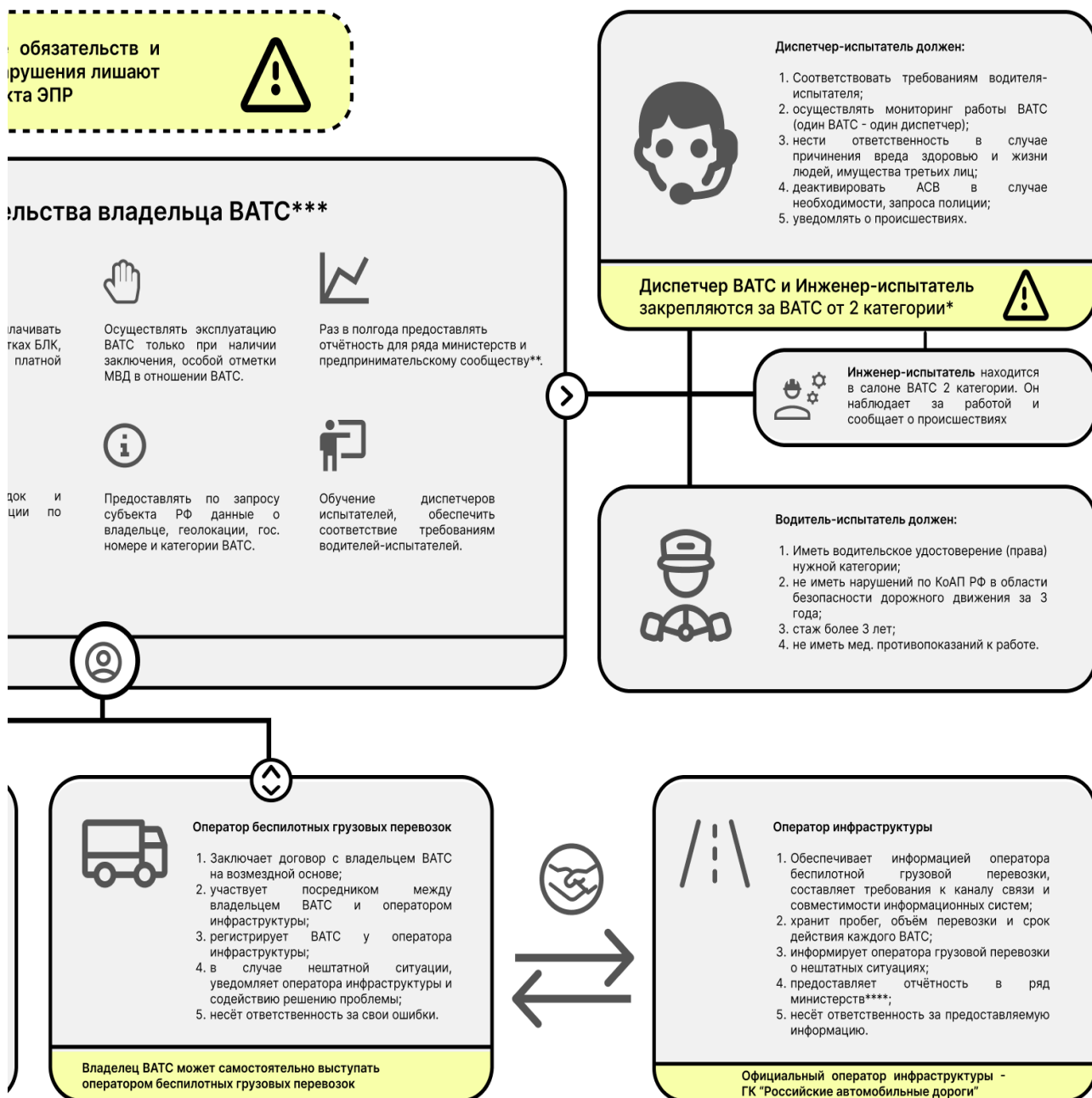


Рисунок 2 – Вторая часть схематичного изображения алгоритма вывода и эксплуатации ВАС на дорогах общего пользования в рамках Программы

Итоговый алгоритм вывода рассматривает деятельность владельца ВАС, производителя ВАС, испытательной лаборатории, федеральных ведомств, операторов беспилотных грузовых перевозок (Далее – БГП), водителей- и инженеров-испытателей, диспетчеров ВАС, оператора инфраструктуры [1].

Дополнения к алгоритму вывода:

* Испытательная лаборатория выдаёт заключение после проверки ВАС на требования ТР ТС 018/2011, а также требования к ВАС 1 и 2 категории, прописанные в Приложение N 2; ** Министерство экономического развития РФ, Министерство транспорта РФ, Министерство промышленности и торговли РФ; ***Самые последние правки в Программу обязывают владельца ВАС подключиться и взаимодействовать с системой цифрового двойника [1];

****Министерство транспорта РФ, Министерство внутренних дел РФ, Федеральная служба по надзору в сфере транспорта, Министерство промышленности и торговли

Проблема доверия беспилотным транспортным решениям с социологической точки зрения

Для описания доверия [2] есть наиболее применимое трактование в рамках нашей темы: «Доверие – это готовность стороны быть уязвимой к действиям другой стороны, основанная на ожидании, что другая сторона совершит определенное действие, важное для доверителя, независимо от возможности контролировать или управлять этой стороной». Именно такая характеристика доверия ёмко позволяет нам понять, как работать над имиджем исследуемых ВАТС.

Рассматривая доверие сквозь призму именно операторов БПП и водителей-испытателей, интересно наблюдать доверие пользователей к беспилотному технологическому решению в зависимости от его компетентности. Эксперимент на эту тему показал, что оператор беспилотной системы больше доверяет автоматизированным системам либо низкого, либо высокого уровня, нежели среднего. Значит, компетентность автоматизированной системы должна быть чётко идентифицируемой и понимаемой для конечного пользователя. На это также влияет и первое впечатление [3]. Надёжный способ повысить доверие операторов – это долгосрочная работа с подобными системами, как и в человеческих взаимоотношениях [4], [5].

Помимо «готовности <...> быть уязвимым...» водителя-испытателя, нужно смотреть и на такую готовность остального окружения – других участников дорожного движения. Заслужить доверие общественности – непростая задача. Что важно, негативные события, связанные с автоматизацией, имеют гораздо большее влияние на публику, чем позитивные, однако высокий уровень доверия позволяет заметить ошибок в автоматизации даже больше [6].

Исследования показывают, что юридическое регулирование, расширяя тему – общая стандартизация, имеет ограниченную эффективность в решении проблем доверия [7]. Значит, стоит искать возможность заслужить доверие не принуждением, а демонстрацией корректной работы инновационных решений на публику.

Начиная с 2022 года, когда ЭПР был внедрён, Программа не поменяла свою позицию по вопросу необходимости дополнительного информирования от новых субъектов для СМИ [1]. Людям, не интересующимся данной тематикой, неизвестно о настоящих возможностях ВАТС 1 и 2 категории, неизвестно о способах предотвращения критических ситуаций и так же неизвестно об ответственности в случае их возникновения. Процесс совершенствования технологий и рост компетентности автоматизированных систем – мотивированный коммерчески прогресс. В этом нет смысла или выгоды, если потенциальные пользователи и субъекты ЭПР и нынешние участники дорожного движения не доверяют системе полностью.

Экономический вопрос

Говоря о важности доверия к инновационным решениям в области транспортно-логистических работ, нельзя игнорировать и экономическую обоснованность важности информирования общественности и повышения уровня её осведомлённости об используемых технологиях. Одной из целей Программы ставится «привлечение инвестиций в развитие предпринимательской деятельности в сфере цифровых инноваций в Российской Федерации» [8].

Был рассмотрен вопрос принятия исследуемых инноваций обществом и потенциальными пользователями, однако до этого момента опускалась тема инвесторов и/или потенциальных субъектов ЭПР. Доверие этих групп лиц заслуживает отдельного внимания. Создание методологии по калибровке доверия у вышеупомянутых очень важно для экономического развития государства и беспилотных технологий в сфере транспорта и логистики.

Для этого воспользуемся теоретической моделью доверия, которая учитывает ожидаемую отдачу на вложения и изменчивость поведения системы.

$$W = R - \lambda * \sigma^2$$

Где W – доверие (инвестиционная привлекательность), R – ожидаемая отдача на вложения, λ – коэффициент, отражающий чувствительность к неопределённости (зависит от консервативности исследуемой группы), σ^2 – дисперсия/вариативность поведения системы/неопределённость.

Рассматриваемая функция может трактоваться таким образом: по мере увеличения неопределённости (низкая осведомлённость) уровень доверия/инвестиционной привлекательности будет падать экспоненциально. Даже приемлемая или высокая ожидаемая отдача не помогут заслужить доверие инвесторов, если инвестиция слабо изучена или плохо понимается.

Список литературы

1. Акт правительства Российской Федерации "Постановление Правительства РФ от 17 октября 2022 г. N 1849 "Об установлении экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций и утверждении Программы экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций по эксплуатации высокоавтоматизированных транспортных средств в отношении реализации инициативы "Беспилотные логистические коридоры"" от 17 октября 2022 г. № 1849 // Собрание актов Президента и Правительства Российской Федерации. 2024 г. г. Ст. I, IX, XV, XVIII-XIX, XXIII-XXIV, XXVII, XXVIII, XXIX
2. Roger C. Mayer, James H. Davis, F. David Schoorman. An Integrative Model of Organizational Trust // JSTOR. 1995. Vol. 20, No. 3.
3. Amos Freedy, Ewart DeVisser, Gershon Weltman, Perceptronics Solutions, Nicole Coeyman. Measurement of trust in human-robot collaboration // ResearchGate. 2007.
4. John D. Lee, Katrina A. See. Trust in Automation: Designing for Appropriate Reliance // SAGE Publications. 2004. Vol. 46, No. 1.
5. Зубофф, Ш. В эпоху умной машины: будущее труда и власти / Ш. Зубофф. – М.: Альпина Паблицер, 2020. – 586 с.

6. Raja Parasuraman, Robert Molloy, Indramani L Singh. Performance Consequences of Automation Induced Complacency // ResearchGate. 1993.
7. Sim B. Sitkin, Nancy L. Roth. Explaining the Limited Effectiveness of Legalistic "Remedies" for Trust/ Distrust // JSTOR. 1993. Vol. 4, No. 3.
8. Акт правительства Российской Федерации "Постановление Правительства РФ от 17 октября 2022 г. N 1849 "Об установлении экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций и утверждении Программы экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций по эксплуатации высокоавтоматизированных транспортных средств в отношении реализации инициативы "Беспилотные логистические коридоры"" от 17 октября 2022 г. № 1849 // Собрание актов Президента и Правительства Российской Федерации. 2024 г. г. Ст. IV.

References

1. Act of the Government of the Russian Federation "Decree of the Government of the Russian Federation dated October 17, 2022 No. 1849 "On the establishment of an experimental legal regime in the field of digital innovations and approval of the Program of an experimental legal regime in the field of digital innovations for the operation of highly automated vehicles in relation to the implementation of the initiative "Unmanned Logistics Corridors" dated October 17, 2022 No. 1849 // Collection of acts of the President and Government of the Russian Federation. 2024 Articles I, IX, XV, XVIII-XIX, XXIII-XXIV, XXVII, XXVIII, XXIX
2. Roger C. Mayer, James H. Davis, F. David Schoorman. An Integrative Model of Organizational Trust // JSTOR. 1995. Vol. 20, No. 3.
3. Amos Freedy, Ewart DeVisser, Gershon Weltman, Perceptronics Solutions, Nicole Coeyman. Measurement of trust in human-robot collaboration // ResearchGate. 2007.
4. John D. Lee, Katrina A. See. Trust in Automation: Designing for Appropriate Reliance // SAGE Publications. 2004. Vol. 46, No. 1.
5. Zuboff, Sh. In the era of the smart machine: the future of labor and power / Sh. Zuboff. – M.: Alpina Publisher, 2020. – 586 p.
6. Raja Parasuraman, Robert Molloy, Indramani L Singh. Performance Consequences of Automation Induced Complacency // ResearchGate. 1993.
7. Sim B. Sitkin, Nancy L. Roth. Explaining the Limited Effectiveness of Legalistic "Remedies" for Trust/Distrust // JSTOR. 1993. Vol. 4, No. 3.
8. Act of the Government of the Russian Federation "Decree of the Government of the Russian Federation dated October 17, 2022 No. 1849 "On the establishment of an experimental legal regime in the field of digital innovations and approval of the Program of an experimental legal regime in the field of digital innovations for the operation of highly automated vehicles in relation to the implementation of the initiative "Unmanned Logistics Corridors" dated October 17, 2022 No. 1849 // Collection of acts of the President and Government of the Russian Federation. 2024, Art. IV.

Шабанов М.Л.

канд. техн. наук, доцент кафедры лесной промышленности, метрологии, стандартизации и сертификации, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Черников Э.А.

канд. техн. наук, доцент кафедры промышленного транспорта, строительства и геодезии, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Матяшов А.Е.

преподаватель кафедры производства, ремонта и эксплуатации машин, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Шабанов Р.М.

студент автомобильного факультета, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Shabanov M.L.

Ph.D. of technical sciences, associate professor of the department of forest industry, metrology, standardization and certification, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

Chernikov E.A.

Ph.D. of technical sciences, associate professor of the department of industrial transport, construction and geodesy, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

Matyashov A.E.

lecturer of the department of production, repair and operation of machines, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

Shabanov R.M.

student of the Automotive Faculty, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА УСЛУГ АВТОМОБИЛЬНЫХ СЕРВИСОВ ЗА СЧЕТ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ IMPROVING THE QUALITY OF AUTOMOTIVE SERVICES THROUGH IMPORT SUBSTITUTION OF EQUIPMENT

Аннотация: Данная статья посвящена актуальной теме импортозамещения в сфере автомобильного сервиса России. В работе рассматривается влияние импортозамещения на качество услуг, предоставляемых автосервисами, и анализируются ключевые факторы, способствующие успешной реализации этого процесса.

Ключевые слова: импортозамещение, автомобильный сервис, качество услуг, отечественное оборудование, запчасти, НИОКР (научные исследования и разработки), квалификация специалистов, государственная поддержка, экономические выгоды, локализация производства, конкурентоспособность, риски импортозамещения, технологическое развитие, автомобильная промышленность, устойчивость рынка.

Abstract: This article is devoted to the current topic of import substitution in the sphere of automobile service in Russia. The work examines the impact of import substitution on the quality of services provided by auto repair shops and analyzes the key factors contributing to the successful implementation of this process.

Keywords: import substitution, automotive service, quality of services, domestic equipment, spare parts, R&D (research and development), qualification of specialists, government support, economic benefits, localization of production, competitiveness, risks of import substitution, technological development, automotive industry, market stability.

В условиях экономических санкций и нестабильности условий на международных рынках импортозамещение становится важным условием обеспечения устойчивости и независимости отечественной экономики. Автомобильные сервисы, использующие иностранное оборудование, могут сталкиваться с перебоями в поставках и формировании цен, что отрицательно влияет на качество предоставляемых услуг.

Современные автомобили требуют высокого технического обслуживания и ремонта. Использование отечественного оборудования может привести к соблюдению качества услуг, так как оно может быть адаптировано под особые условия эксплуатации автомобилей в России. Это также способствует повышению уровня квалификации специалистов, работе с новыми технологиями.

Автомобильный сервис играет важную роль в повседневной жизни граждан, обеспечивая безопасность и надежность транспортных средств. Повышение качества услуг в этой сфере напрямую влияет на благосостояние населения и уровень доверия к услугам. В условиях высокой конкуренции автосервисы стремятся привлекать клиентов не только к цене, но и к качеству обслуживания. Импортозамещение оборудования может стать одним из факторов, способствующих постоянному обслуживанию и удержанию клиентов.

Для выполнения задачи импортозамещения необходимо проанализировать текущее состояние рынка автосервисов и выявить проблемы, связанные с использованием иностранного оборудования. Изучать примеры выгоды импортозамещения в автомобильной отрасли и его влияние на качество услуг. Определить необходимые меры для повышения квалификации специалистов автосервисов, адаптированных к новым технологиям. Рассмотреть возможности государственной поддержки автосервисов, переходящих на отечественное оборудование. Оценить потенциальные риски и проблемы, связанные с импортозамещением в сфере автосервиса. Таким образом, тема актуальна как с точки зрения экономических значений, так и с точки зрения повышения качества жизни людей через улучшение качества услуг в автомобильной области.

Качество ремонтного оборудования является одним из ключевых моментов, определяющих уровень услуг в автосервисе. Современное и надежное оборудование позволяет: выполнять ремонтные работы любой сложности быстро и качественно, экономя время и силы специалистов; обеспечить безопасные условия труда для персонала и клиентов автосервиса; гарантировать надежность ремонта автомобилей. Использование устаревшего или некачественного оборудования, напротив, может привести к ошибкам в диагностике, увеличению сроков ремонта и снижению удовлетворенности клиентов.

В условиях импортозамещения основную роль играет отечественное ремонтное оборудование. Ряд российских производителей конкурируют с аналогичными зарубежными брендами: компания «Мастер-Вектор» выпускает диа-

гностические сканеры и стенды для проверки агрегатов автомобилей; завод «Техинком» специализируется на производстве шиномонтажного и балансировочного оборудования; концерн «Калашников» разработал линейку гидравлических подъемников для автосервисов [1].

Успешные результаты развития отечественного оборудования показывают, что российские производители способны обеспечить автосервисы надежным и эффективным оборудованием. Внедрение современного оборудования, будь то отечественного или импортного производства, требует соответствующей подготовки персонала автосервиса. Специалисты должны пройти обучение в работе с новыми приборами и технологиями, чтобы максимально эффективно использовать свои возможности. Без должной квалификации механиков и диагностов даже самое передовое оборудование будет простаивать без дела, превращаясь в дорогостоящие декорации. Поэтому предложения по обучению персонала являются частью процесса развития автосервиса. Высокий уровень эффективности сотрудников автосервиса - гарантия качественного ремонта и обслуживания автомобилей.

Регулярное повышение квалификации позволяет механикам и диагностам: осваивать новые методы диагностики и ремонта; повышать эффективность работы с современным оборудованием; оперативно решать сложные технические проблемы; предоставлять качественные и надежные услуги. Таким образом, инвестиции в обучение персонала оккупируют лояльность клиентов и создают прибыль автосервиса за счет повышения качества предоставляемых услуг.

Снижение зависимости от внешних поставок запчастей является важным аспектом для обеспечения устойчивости автосервисов в условиях экономической нестабильности и пандемии. Размещение производства запчастей на территории России позволяет: сократить региональные риски; быстро адаптироваться к потребностям рынка; создать рабочие места.

Использование отечественных запчастей и оборудования может привести к получению экономических выгод для автосервисов. Отечественные производители часто устанавливают более низкие цены на свою продукцию по сравнению с импортными аналогами. Это связано с отсутствием затрат на импортные пошлины и транспортировку. Например, малые предприятия могут начать производить простые детали, такие как прокладки или фильтры, которые снижают затраты на автосервисы. Благодаря доступности качественных отечественных запчастей автосервисы могут повысить уровень своих услуг. Это приведет к повышению лояльности клиентов и росту их численности.

Снижение в зависимости от импорта позволяет автосервисам направлять средства на модернизацию оборудования и обучение персонала, что также обеспечивает качество обслуживания. Таким образом, влияние экспортных по-

ставок через развитие отечественного производства не только повышает качество работы автосервисов, но и приносит значительные экономические выгоды, способствуя экономическому росту автомобильной отрасли.

Одним из основных рисков политики импортозамещения является так называемая «ловушка импортозамещения» — устойчивый неэффективный институт, который обеспечивает защиту национальных производителей от иностранной конкуренции. Импортозамещение связано с рядом серьезных рисков, связанными с «ловушкой импортозамещения» и возможным снижением качества продукции. Для минимизации этих рисков необходима грамотная промышленная политика, постепенный переход к конкурентному рынку и поддержка технологического развития и повышения квалификации кадров [2].

Ключевая роль в создании конкурентоспособного отечественного оборудования для автосервисов, являются инвестиции в научные исследования и разработки (НИОКР). Согласно проекту обновленной стратегии развития автомобильной промышленности, в России до 2035 года, необходимо увеличить финансирование НИОКР в этой сфере. В 2023 году было вложено 10 млрд рублей в НИОКР по автокомпонентам. В 2024 году объем инвестиций в НИОКР должен вырасти до 26 млрд рублей. К 2035 году годовые инвестиции в НИОКР по компонентам могут достичь 82 млрд рублей [3,4]. Это позволит производителям оборудования сократить технологическое отставание от иностранных конкурентов и производителей продукции, отвечающей современным требованиям автосервисов. Например, компания «ТАГРАС» в 2023 году инвестировала 150 млн рублей в НИОКР, а в 2024 году планирует увеличить сумму до 232 млн рублей. Общий объем государственной поддержки автопрома в 2023–2035 годах может составить 500–600 миллиардов рублей. Для сравнения, в 2016–2021 годах эта сумма была в 1,3 раза меньше – 387 млрд рублей [5].

Сочетание значительных инвестиций в НИОКР и целенаправленной государственной поддержки обеспечивает необходимые предпосылки для повышения качества услуг автосервисов за счет импортозамещения оборудования. Это позволит производителям производить конкурентоспособную продукцию, соответствующую современным требованиям рынка. Импортозамещение в сфере автомобильного сервиса представляет собой критический и актуальный процесс, способствующий повышению качества услуг, предоставляемых автосервисами. В условиях экономической нестабильности и отсутствия вызовов, ограничения со стороны иностранных поставок, развитие отечественного производства оборудования и комплектующих становится важным условием для обеспечения устойчивости сектора.

Таким образом, импортозамещение является важным фактором для повышения качества услуг автосервисов в России. Оно требует комплексного

подхода, включая инвестиции в инновации, квалификацию кадров и активную государственную поддержку.

Список литературы

1. Об утверждении Плана мероприятий по импортозамещению измерительного, в том числе метрологического, оборудования на период до 2024 года: Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 01.04.2022 №1189 // Главный форум метрологов : [сайт]. – URL: https://info.metrologu.ru/npa/prikazy/prikazy_219.html (дата обращения: 20.04.2024).
2. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт): официальный сайт. – URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/> (дата обращения: 20.04.2024).
3. Онлайн-сервис «Импортозамещение средств измерений»: официальный сайт / Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы (ВНИИМС). – URL: <https://import-net.vniims.ru/> (дата обращения: 20.04.2024).
4. РМГ 61-2010 Государственная система обеспечения единства измерений. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки // Техэксперт: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146871>
5. Соколов А.О. Что такое импортозамещение и зачем оно проводится? / А. О. Соколов // Финансовая азбука. – 2023. – URL: <https://www.finam.ru/publications/item/chto-takoe-importozameshenie-i-zachem-ono-provoditsya-20230510-143900/> (дата обращения: 20.04.2024).

References

1. On approval of the Action Plan for Import Substitution of measuring, including metrological, equipment for the period up to 2024: Order of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation dated 04/01/2022 No.1189 // The main forum of metrologists : [website]. – URL: https://info.metrologu.ru/npa/prikazy/prikazy_219.html (date of reference: 04/20/2024).
2. Federal Agency for Technical Regulation and Metrology (Rosstandart): official website. – URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/> (date of request: 20.04.2024).
3. Online service "Import substitution of measuring instruments": official website / All-Russian Scientific Research Institute of Metrological Service (VNIIMS). – URL: <https://import-net.vniims.ru/> (date of application: 04/20/2024).
4. RMG 61-2010 State system for ensuring the uniformity of measurements. The accuracy, correctness, and precision of quantitative chemical analysis techniques are shown. Assessment methods // Techexpert: Electronic Fund of legal and regulatory and technical documentation. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146871>.
5. Sokolov A.O. What is import substitution and why is it carried out? / A. O. Sokolov // Financial ABC. – 2023. – URL: <https://www.finam.ru/publications/item/chto-takoe-importozameshenie-i-zachem-ono-provoditsya-20230510-143900/> (date of access: 04/20/2024).

Яковлева Е.А.

д-р экон. наук, профессор кафедры мировой
и национальной экономики,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Зекс Я.А.

аспирант, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Yakovleva E.A.

Dr. Sci. Econ., Professor of the Departments of World
and National Economics,
Voronezh State University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Russian Federation

Zeks Y.A.

graduate student, Voronezh State University of Forestry
and Technologies named after G.F. Morozov,
Russian Federation

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ И СРЕДСТВ В ГОРОДСКОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ

APPLICATION OF UNMANNED TRANSPORT SYSTEMS AND MEANS IN THE URBAN TRANSPORT SYSTEM

Аннотация. Беспилотные транспортные системы становятся неотъемлемым элементом современных городских транспортных систем, предлагая решения для повышения безопасности, оптимизации дорожного движения и снижения вредного воздействия на окружающую среду. В данной статье рассмотрены основные принципы внедрения беспилотных транспортных систем, их влияние на городскую инфраструктуру и транспортную сеть, а также перспективы развития с учетом современных технологических тенденций, трендов и достижений.

Ключевые слова: беспилотные транспортные системы, городская транспортная сеть, автоматизация, транспортное планирование, умные города.

Abstract: Unmanned transport systems are becoming an integral part of modern urban transport systems, offering solutions to improve safety, optimize traffic and reduce harmful impact on the environment. This article discusses the basic principles of implementing unmanned transport systems, their impact on urban infrastructure and transport networks, as well as development prospects taking into account modern technological trends and achievements.

Keywords: unmanned transport systems, urban transport network, automation, transport planning, smart cities.

Современное общество сталкивается с множеством проблем, связанных с эффективностью городской мобильности. С ростом численности населения городских агломераций и увеличением интенсивности движения, теряют былую эффективность и все традиционные методики управления транспортными потоками. В этом контексте беспилотные транспортные системы (БТС) представляют собой перспективное решение, обещающее улучшение безопасности, снижению заторов и оптимизации маршрутов.

Применение беспилотных транспортных средств в городской транспортной системе позволяет автоматизировать различные аспекты

перевозок — от планирования маршрутов до управления потоком пассажиров. Технологии, стоящие за БТС, такие как искусственный интеллект и сенсорные системы, обеспечивают высокую степень адаптивности и реагирования на изменения в условиях городской инфраструктуры.

Исследование применения БТС в городском транспорте открывает новые горизонты не только для транспортной инженерии, но и для социологии, экономика и экологии, что делает данную тему актуальной и важной для дальнейшего научного анализа и практического внедрения.

В настоящее время выделяют несколько основных типов беспилотных транспортных систем:

- автономные автомобили: автомобили, способные передвигаться без участия «живого» человека, управляемые искусственным интеллектом (ИИ), они оснащены датчиками, камерами, радаром и другими технологиями, позволяющими им «видеть» окружающую среду, распознавать пешеходов, другие автомобили и дорожные знаки. Механизмы поведения таких автомобилей основаны на алгоритмах машинного обучения, которые учитывают широкий спектр дорожных условий;

- беспилотные автобусы: автобусы, использующие технологии автономного вождения для перевозки пассажиров по заданным маршрутам, они имеют такую же инфраструктуру, как и традиционные, но способны изменять маршруты на основе анализа трафика и потребностей пассажиров в реальном времени;

- дроны для доставки грузов: беспилотные летательные аппараты, предназначенные для доставки товаров и посылок;

- беспилотные поезда и метро: системы железнодорожного транспорта, управляемые без участия машиниста, такие системы могут использовать интеллектуальные технологии для управления движением, обеспечивая безопасность и эффективность.

Применение БТС в городской транспортной системе обладает рядом преимуществ [1]:

- повышается безопасность: БТС способны значительно снизить риск дорожно-транспортных происшествий, так как они могут быстро реагировать на изменения дорожных условий, предупреждать о возможных опасностях и минимизировать человеческие ошибки. Технологии искусственного интеллекта позволяют БТС анализировать ситуацию и действовать предварительно, что значительно повышает уровень безопасности на дорогах;

- снижение затрат на транспорт: БТС могут сократить издержки компаний на оплату труда водителей, а также повысить эффективность использования транспортных средств;

- оптимизация дорожного движения: БТС передают информацию о дорожной ситуации в центр управления и друг другу, что дает возможность в

реальном времени оптимизировать маршруты движения, сокращая время движения и избегая заторов;

- снижение выбросов вредных веществ: многие беспилотные транспортные системы работают на электроэнергии или используют возобновляемые источники энергии, что снижает количество вредных выбросов в атмосферу. Это способствует не только улучшению качества воздуха, но и уменьшению негативного воздействия на климат.

Развитием беспилотного транспорта активно занимаются и крупные российские компании. Первые шаги в разработке беспилотного транспорта в СССР были сделаны середине двадцатого века. В тот период в рамках эксперимента эксплуатировался беспилотный «робот-поезд», маршрут которого был проложен от Ленинградского вокзала в Москве до станции Крюково. К сожалению, отсутствие методик и опыта проектирования подобных объектов инфраструктуры и явно недостаточная мощность вычислительной техники того времени не позволили проекту развиваться в полноценную транспортную систему. [2]

Новый виток развитие идеи беспилотного транспорта начался с разработкой современных информационных систем. Отечественные компании «КАМАЗ» и «Cognitive Technologies» в 2015 году в рамках конкурса, организованного Минобрнауки, начали совместную разработку беспилотного грузовика используя агрегаты «КАМАЗ». Срок реализации данного проекта был запланирован не более 5 лет. На финансирование проекта Министерство образования и науки выделило более 300 миллионов рублей. Программное обеспечение разрабатываемого беспилотного «КАМАЗА» разрабатывал Национальный исследовательский технологический университет МИСиС. [2]

Экспериментальный образец построенного автомобиля был испытан на полигоне завода в г. Набережные Челны в 2016 году. Стоимость изготовления тестового экземпляра беспилотного грузовика «КАМАЗ» оценивалась в 14,5 млн рублей в ценах 2021 года.

Для оценки возможных проблем и выявления потенциала, на полигоне завода КАМАЗ была осуществлена опытная эксплуатация автомобилей КАМАЗ-43083, оснащенных дизельным двигателем. Также было предложено в качестве силовой установки беспилотных грузовиков использовать электротягу, но данный проект не получил развития из-за проблем с аккумуляторными батареями.

Кроме этого, на данный момент активно развитием сферы занимаются Яндекс (беспилотные роботы-доставщики, беспилотное такси), РЖД, компания КАМАЗ, многие другие крупные, малые и средние компании. Почта России декларировала свои намерения принять участие в опытной эксплуатации грузовиков, оборудованных системами автономного управления для

использования на маршрутах между своими центрами в Москве и Санкт-Петербурге. [3]

Большое внимание беспилотным технологиям уделяет руководство субъектов РФ (например, в октябре 2024 года заместитель мэра Москвы в Правительстве Москвы по вопросам транспорта и промышленности Максим Станиславович Ликсутов заявил, что к 2030 году более половины всех трамвайных маршрутов в городе будут беспилотными, отметим, что первый беспилотный трамвай вышел на дороги Москвы в мае 2024 года. Кроме этого, Ликсутов заявил, что идет активная разработка беспилотных поездов для московского метро). [3]

Беспилотные транспортные системы обладают высоким потенциалом для решения ключевых проблем городской транспортной системы, таких как, например, транспортные заторы, задержки рейсов и загрязнение окружающей среды. Внедрение БТС требует решения ряда вызовов, связанных с законодательством, безопасностью и интеграцией в существующую транспортную и городскую инфраструктуру.

Однако, с учетом развития технологий и прогнозируемого роста спроса на удобные и экологически чистые решения в сфере транспорта, БТС имеют все шансы стать неотъемлемой частью городской жизни в будущем.

Список литературы

1. Андреев, Н. А. Перспективы применения беспилотного транспорта в России / Н. А. Андреев // Отходы и ресурсы. – 2023. – Т. 10. – № 1. – URL: <https://resources.today/PDF/42ECOR123.pdf>. DOI: 10.15862/42ECOR123.
2. Разработка и эффективное применение беспилотных систем. URL: <https://rostransnadzor.gov.ru/news/7585> (дата обращения: 8.10.2024).
3. Первый в РФ беспилотный трамвай проехал по улицам Москвы свыше 1,8 тысячи км. URL: <https://riamo.ru/news/transport/pervyj-v-rf-bespilotnyj-tramvaj-proehal-po-ulitsam-moskvy-svyshe-18-tysjachi-km/> (дата обращения: 8.10.2024).

References

1. Andreev, N. A. Prospects for the use of unmanned transport in Russia / N. A. Andreev // Waste and resources. 2023. vol. 10. No. 1. URL: <https://resources.today/PDF/42ECOR123.pdf>. DOI: 10.15862/42ECOR123.
2. Development and effective use of unmanned systems. URL: <https://rostransnadzor.gov.ru/news/7585> (date of reference: 8.10.2024).
3. The first unmanned tram in the Russian Federation traveled through the streets of Moscow for over 1.8 thousand km. URL: <https://riamo.ru/news/transport/pervyj-v-rf-bespilotnyj-tramvaj-proehal-po-ulitsam-moskvy-svyshe-18-tysjachi-km/> / (date of access: 8.10.2024).

Секция 5. Энергоэффективные технические решения для автомобильного транспорта

DOI: 10.58168/ДПИТТ2024_179-184

УДК 629.4.082

Новиков А.П.

кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Хрипченко М.С.

кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Черников Э.А.

кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Новикова И.А.

студентка 1 курса автомобильного
факультета, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Novikov A.P.

Ph.D. of Technical Sciences, associate professor,
Voronezh State University of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov, Russian Federation

Khripchenko M.S.

Ph.D. of Technical Sciences, associate professor,
Voronezh State University of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov, Russian Federation

Chernikov E.A.

Ph.D. of Technical Sciences, associate professor,
Voronezh State University of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov, Russian Federation

Novikova I.A.

1st course student of the Automobile Faculty,
Voronezh State University of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov, Russian Federation

СНИЖЕНИЕ ТЕПЛОНАПРЯЖЕННОСТИ ВЫПУСКНЫХ КЛАПАНОВ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСРЕДСТВОМ УПРАВЛЕНИЯ КОНТАКТНЫМ ТЕРМОСОПРОТИВЛЕНИЕМ

REDUCING THE THERMAL STRESS OF THE EXHAUST VALVES OF RECIPROCATING ENGINES BY CONTROLLING THE CONTACT THERMAL RESISTANCE

Аннотация. В статье представлены методы основной теплонапряженности выпускных клапанов поршневых двигателей через регулирование контактного термосопротивления (КТС) в узле «фаска клапана – седло». Экспериментальные исследования подтвердили, что нанесение гальванических покрытий, таких как кадмиевое и медное, на контактные поверхности клапанов снижает температурные градиенты и снижает термическое напряжение. Это позволяет увеличить срок службы клапанов, что особенно важно для дизельных двигателей, работающих в жестких условиях. Предлагаемая технология может быть эффективно внедрена как на предприятиях, занимающихся производством клапанов, так и в центрах автомобильной техники.

Ключевые слова: теплонапряженность, выпускные клапаны, поршневые двигатели, контактное термосопротивление, гальваническое покрытие, теплопроводность, медное покрытие, дизельные двигатели, термическое напряжение, питание.

Abstract. The article presents methods for reducing the thermal stress of exhaust valves in piston engines by regulating the contact thermal resistance (CTR) in the "valve face - seat" assembly. Experimental studies have confirmed that applying galvanic coatings, such as cadmium and copper, to the valve contact surfaces reduces temperature gradients and decreases thermal stress. This extends the service life of the valves, which is particularly important for diesel engines operat-

ing under harsh conditions. The proposed technology can be effectively implemented both at valve manufacturing facilities and in automotive service centers.

Keywords: thermal stress, exhaust valves, internal combustion engines, contact thermal resistance, galvanic coating, thermal conductivity, copper coating, diesel engines, thermal stress, service life.

Современное развитие двигателестроения связано с возникновением потока и движущихся двигателей, что приводит к увеличению теплонапряженности основных компонентов, например, системы камеры сгорания. Одним из наиболее уязвимых узлов в этом номере являются выпускные клапаны. Напряженность этих элементов увеличивается по мере увеличения температурного диапазона рабочего цикла двигателя [1]. Надежность и применение форм клапанов напрямую зависит от распределения температурных градиентов, которые могут возникать как вдоль, так и поперек их сечений, влияя на их устойчивость.

В процессе эксплуатации выпускные клапаны работают в условиях, где на границе между фаской клапана и седлом возникает контактное термосопротивление (КТС), которое вызывает передачу тепла. Это вызывает значительные температурные перепады в теле клапана и приводит к возникновению термических напряжений [3]. В результате возникает риск механических повреждений, что сокращает срок службы клапанов и увеличение

Для повышения надежности и устойчивости работы выпускных клапанов предусмотрены различные конструкционные решения и материалы [4]. Однако задача управления КТС остается нерешённой, так как отсутствуют полноценные теоретические модели, которые объяснили бы теплопередачу в условиях контактного взаимодействия со мной.

Вопросы контактного теплообмена через металлические поверхности, включая разъемные соединения, давно привлекают внимание как отечественных, так и зарубежных исследователей [5–7]. Основное внимание в этих исследованиях уделялось изучению теплопередачи в статических контактах под влиянием тепловых и механических воздействий [8]. Однако выпускные клапаны поршневых механизмов работают в условиях периодического контакта, что требует особого внимания к исследованию теплового обмена.

Преыдущие исследования [9, 10] показывают, что моделирование теплопередачи через поверхности, которые периодически входят в контакт, представляют собой сложную задачу из-за распространения факторов, влияющих на этот процесс. Однако в одной из работ [11] было предложено аналитическое решение для одномерной теплопередачи в системе с периодическим контактом.

Для проверки предложенных решений была разработана экспериментальная установка и проведены испытания на образцах, изготовленных из нержавеющей стали [12]. Эти исследования позволяют получить важные данные о характере процессов контактного тепла.

Таким образом, актуальность данной работы заключается в необходимости поиска способов снижения теплонапряженности выпускных клапанов поршневых двигателей для изучения процессов контактной теплопроводности.

Проведенные исследования, что увеличение частоты контактов между клапаном и седлом позволяет снизить контактное термосопротивление (КТС). Было установлено, что чем больше соотношение времени контакта с общим циклом работы клапана, тем более эффективно снижается КТС. Это поддержка поддержания контроля контактов для минимизации термических потерь.

В управлении КТС имеет место следующие факторы:

Шероховатость и макроотклонения формы контактных поверхностей;

Теплопроводные свойства материалов контактных пар;

Температура контактирующих поверхностей;

Наличие оксидных плёнок на поверхности.

При проведении пары «фаска клапана – седло» пристальное внимание уделялось снижению КТС с учётом всех известных факторов. Для решения этой задачи были использованы рекомендации, разработанные для статических контактов [13, 14], которые стали экспериментальными исследованиями, проведёнными в стационарах.

Эксперименты по методике, описанной в монографиях [7], и критерии оценки контактных паров, покрытых кадмием и медью, с использованием гальванических методов, а также варианты исследования с прокладками из кадмия и свинца. Основной акцент был сделан на эти влияния

Полученные результаты, представленные в таблице, показывают, что покрытия на основе кадмия и меди снижают контактное термосопротивление по сравнению с обычными контактными парами без покрытия. Эти данные раскрывают перспективы для текущих исследований в области повышения надёжности.

Таблица – Результаты испытаний контактного термосопротивления в открытом контакте стержней из стали 12Х18Н10Т с различными покрытиями и прокладками

Материал покрытия или прокладки	Толщина покрытия или прокладки δ , мм	Температура в зоне контакта T_k , К	Удельный тепловой поток $q \cdot 10^3, \frac{Вт}{м^2}$	Усилие прижима P , МПа	Контактное термосопротивление $R_k \cdot 10^4, \frac{м^2К}{Вт}$
Без заполнителя	-	382	60,3	0,12	1,45
Медное покрытие	0,08	380	72,8	0,12	0,61
Покрытие из кадмия	0,06	378	65,4	0,11	0,32
Прокладка из кадмия	0,1	380	63,4	0,12	0,84
Прокладка из свинца	0,2	375	62,8	0,12	0,73

Анализ экспериментальных данных показал, что наиболее действенным способом снижения контактного термосопротивления (КТС) является нанесе-

ние гальванического покрытия толщиной 60 мкм на одну из контактных поверхностей. При высоком качестве обработки поверхности и нанесении кадмиевого покрытия, даже при умеренных усилиях прижима, достигаются соединения с высокой теплопроводностью. Это обуславливает высокую пластичность кадмия и его отличную теплопроводность ($\lambda = 93 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$), что значительно превосходит теплопроводность материала стержней, поэтому

Таким образом, применение кадмиевого покрытия позволяет увеличить теплопроводность зоны контакта почти в пять раз по сравнению с обычными контактными парами. Тем не менее, в условиях ударных установок наибольшую устойчивость обеспечивают соединения с медным покрытием, что важно учитывать при проектах.

На основе проведенных исследований был предложен технологический метод снижения теплонапряженности выпускных клапанов дизельных двигателей, направленный на уменьшение термонапряжений. Суть этого метода заключается в нанесении медного покрытия толщиной 50 мкм на кромку фаски выпускного клапана с использованием гальванической технологии. Медное пок

В рамках эксперимента объектом исследования стал выпускной клапан дизельного двигателя КамАЗ-740, выполненный из стали 5Х20Н4А19М аустенитного класса. На кромку фаски клапана было нанесено медное покрытие толщиной 50 мкм. Для проверки эффективности предложенного метода были проведены измерения температурных полей на специализированной установке для контактного теплообмена [7]. Температуры регистрировались с использованием хромель-алюмелевых термопар, установленных на выпускных клапанах, как изготовленных по соответствующей технологии, так и по технологиям, которые имели медное покрытие на фасе.

На рисунке представлено распределение температурных полей выпускных клапанов двигателя КамАЗ-740, где наглядно показана разница в температуре.

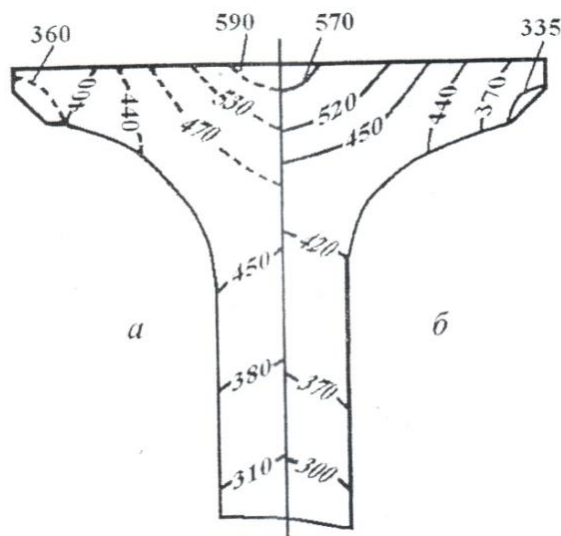


Рисунок – Температурное поле выпускного клапана дизеля КамАЗ – 740:
а – стандартная технология изготовления; б – предлагаемая технология изготовления

Полученные результаты однозначно подтверждают, что применение медного покрытия на фаске выпускного клапана обеспечивает значительное снижение давления.

Исследования показали, что снижение контактного термосопротивления (КТС) в выпускных клапанах поршневых двигателей является необходимым условием для первичной теплонапряженности и увеличения степени устойчивости этих компонентов. Наиболее эффективным оказался нанесение гальванического покрытия на контактные поверхности фаски клапана. Нанесение покрытий на основе кадмия и меди значительно повышает теплопроводность, что позволяет снизить температурные градиенты и уменьшить постоянство термических напряжений в зонах.

Таким образом, внедрение предложенного метода на предприятиях, занимающихся производством и обслуживанием автомобильной техники, позволит не только повысить надежность работы клапанов, но и сократить затраты на их техническое обслуживание и ремонт, что в итоге улучшит эксплуатационные характеристики двигателя в целом.

Список литературы

- 1 Костин, А. К. Теплонапряженность двигателей внутреннего сгорания / А. К. Костин, В. А. Ларионов, Л. И. Михайлов. – Л.: Машиностроение, 1979. – 326 с.
- 2 Кавтарадзе, Р. З. Локальный теплообмен в поршневых двигателях / Р. З. Кавтарадзе. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 592 с.
- 3 Теплообмен в двигателях и теплонапряженность их деталей / Н.Х. Дьяченко, С.Н. Дашков, А.К. Костин, М.М. Бурин. – Л.: Машиностроение, 1969. – 353 с.
- 4 Стародомский, М. В. Оптимизация температурного состояния деталей дизельных двигателей / М.В. Стародомский, Е. А. Максимов. – Киев: Наукова Думка, 1987. – 246 с.
- 5 Шлыков, Ю.П. Контактное термическое сопротивление / Ю. П. Шлыков, Е. А. Ганин, С. Н. Царевский. – М.: Энергия, 1977. – 328 с.
- 6 Мадхусудана, К. В. Контактная теплопередача. Исследование последнего десятилетия / К. В. Мадхусудана, Л.С. Флетчер // *Аэрокосмическая техника*. – 1987. – № 3. – С. 103–120.
- 7 Попов, В. М. Теплообмен в зоне контакта разъемных и неразъемных соединений / В.М. Попов. – М.: Энергия, 1971. – 246 с.
- 8 Меснянкин, С. Ю. Современный взгляд на проблемы теплового контактирования твердых тел / С. Ю. Меснянкин, А.Г. Викулов, Д. Г. Викулов // *Успехи физических наук*. – 2009. – Т. 179. – № 9. – С. 945–970.
- 9 Howard, I. R. An Analogue Study of Heat Transfer Through Periodically Contacting Surfaces / I. R. Howard, A. E. Satton // *International Journal of Heat and Mass Transfer* 1970. – Vol. 13. – Pp. 173–183.
- 10 Howard, I. R. An experimental Study of Heat Transfer Through Periodically Contacting Surfaces // *International Journal of Heat and Mass Transfer* 1976. – Vol. 19. – Pp. 367–372.
- 11 Chernyshov, A. D. Contact heat conduction through periodically contacting rods / A. D. Chernyshov, V.M. Popov, A.A. Karpov // *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*. 2008. – V. 81. № 5. – Pp. 1021–1032.

12 Попов, В. М. Теплообмен через контактирующие металлические поверхности / В. М. Попов, А. А. Карпов // Вестник Воронежского государственного технического университета. Серия «Энергетика». Вып. 7.4 Воронеж. 2004. – С. 11–13.

References

1 Kostin, A. K. Thermal stress of internal combustion engines / A. K. Kostin, V. A. Larionov, L. I. Mikhailov. - L.: Mashinostroenie, 1979. – 326 p.

2 Kavtaradze, R. Z. Local heat transfer in piston engines / R. Z. Kavtaradze // Moscow: Publishing House of Bauman Moscow State Technical University, 2001. – 592 p.

3 Dyachenko, N. H. Heat transfer in engines and thermal stress of their parts / N.H. Dyachenko, S.N. Dashkov, A. K. Kostin, M.M. Burin. – L.: Mashinostroenie, 1969. – 353 p.

4 Starodomsky, M. V. Optimization of the temperature state of diesel engine parts / M.V. Starodomsky, E. A. Maksimov. – Kiev: Naukova Dumka, 1987. – 246 p.

5 Shlykov, Yu.P. Contact thermal resistance / Yu. P. Shlykov, E. A. Ganin, S. N. Tsarevsky. – M.: Energiya, 1977. – 328 p.

6 Madhusudana, K. V. Contact heat transfer. Research of the last decade / K. V. Madhusudana, L.S. Fletcher // Aerospace Engineering. - 1987. – No. 3. – pp. 103-120.

7 Popov, V. M. Heat transfer in the contact zone of detachable and non-removable connections / V.M. Popov. – M: Energiya, 1971. – 246 p.

8 Mesnyankin, S. Yu. A modern view on the problems of thermal contacting of solids / S. Yu. Mesnyankin, A.G. Vikulov, D. G. Vikulov // Successes of physical Sciences. – 2009. – Vol. 179. – No. 9. – pp. 945-970.

9 Howard, I. R. An Analog Study of Heat Transfer Through Periodic Contacting Surfaces / I. R. Howard, A. E. Sutton // International Journal of Heat and Mass Transfer 1970. – Vol. 13. – Pp. 173–183.

10 Howard, I. R. An experimental Study of Heat Transfer Through Periodically Contacting Surfaces // International Journal of Heat and Mass Transfer 1976. – Vol. 19. – Pp. 367–372.

11 Chernyshov, A. D. Contact heat conduction through periodically contacting rods / A. D. Chernyshov, V.M.Popov, A.A. Karpov // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 2008. – V. 81. No. 5. – Pp. 1021-1032.

12 Popov, V. M. Heat transfer through contacting metal surfaces / V. M. Popov, A. A., Karpov // Bulletin of the Voronezh State Technical University. The series "Energetics". Issue 7.4 Voronezh. 2004. – pp. 11-13.

Савинков М.А.

аспирант кафедры машиностроительных технологий,
ФГБОУ ВО «ВГЛУ», РФ

Savinkov M.A.

postgraduate student of the department of mechanical
engineering technologies, Voronezh State University of
Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,
Russian Federation

Посметьев В.И.

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры машиностроительных
технологий, ФГБОУ ВО «ВГЛУ», РФ

Posmetev V.I.

Dr. Sci. Tech., Prof., Prof. of Department of Mechanical
Engineering Technologies,
Voronezh State University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Russian Federation

Никонов В.О.

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры производства, ремонта и
эксплуатации машин, ФГБОУ ВО «ВГЛУ», РФ

Nikonov V.O.

Ph.D. of Technical Sciences, associate professor of
production, repair and operation of cars,
Voronezh State University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Russian Federation

СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ АГРЕГАТОВ И УЗЛОВ ТРАНСПОРТНЫХ И ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН И ОРУДИЙ

STAND FOR TESTING AND RESEARCHING UNITS AND ASSEMBLY OF TRANSPORT AND SOIL CULTIVATION MACHINES AND TOOLS

Аннотация. Обоснована актуальность разработки и исследования систем рекуперации энергии для тракторов, агрегатируемых лесными почвообрабатывающими орудиями. Предложена перспективная конструкция стенда для испытания и исследования агрегатов и узлов транспортных и почвообрабатывающих машин и орудий. Приведено описание основных конструктивных элементов предлагаемого стенда. Рассмотрены функциональные возможности исследуемых факторов на показатели эффективности рекуперативных навесных систем трактора и рекуперативных дышел сцепных устройств лесовозных автопоездов. Представлены возможности используемых в стенде тензоаппаратуры, видеокамеры, а также системы датчиков и компьютера, регистрирующих, обрабатывающих и анализирующих, полученную при исследовании информацию.

Ключевые слова: стенд, испытание, рекуперация энергии, навесная система, тензометрирование, трактор, пневмогидравлический аккумулятор, лесные дисковые орудия, видеосъемка, эффективность.

Abstract. The relevance of development and research of energy recovery systems for tractors aggregated with forest tillage implements is substantiated. A promising design of a stand for testing and research of units and assemblies of transport and tillage machines and implements is proposed. The description of the main design elements of the proposed stand is given. The functional capabilities of the studied factors on the efficiency indicators of recuperative mounted systems of a tractor and recuperative drawbars of coupling devices of timber road trains are considered. The capabilities of the strain gauge equipment, video camera, as well as the system of sensors and a computer used in the stand, recording, processing and analyzing the information obtained during the study are presented.

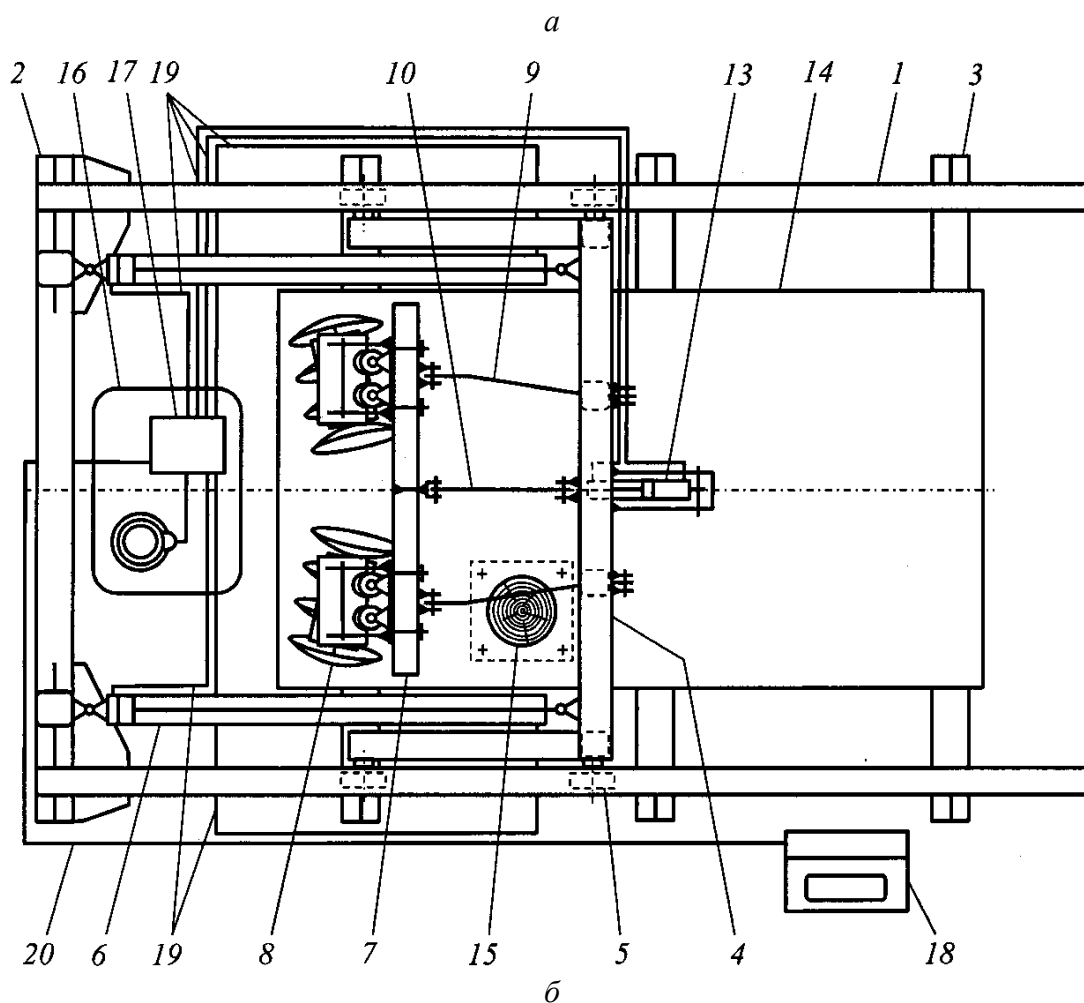
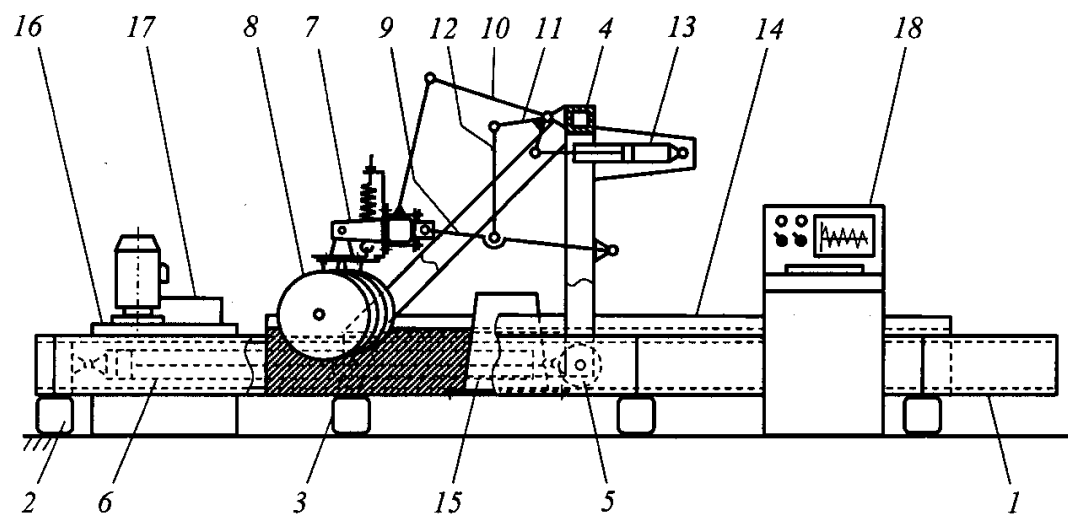
Keywords: stand, testing, energy recovery, mounted system, strain gauge, tractor, pneumatic-hydraulic accumulator, forestry disc implements, video filming, efficiency.

Наиболее значимым фактором, оказывающим влияние на эффективность лесных дисковых орудий, является величина энергозатрат, расходуемых ими при осуществлении технологических операций по уходу за лесными культурами на вырубках и гарях. Согласно различным оценкам, эксплуатация тракторов, агрегируемых лесными почвообрабатывающими орудиями в условиях вырубок и гарей, сопровождается увеличением на 15–20 % расхода топлива двигателем, в сравнении с эксплуатацией аналогичных тракторов на сельскохозяйственных и лесных объектах с более благоприятными условиями движения. В настоящее время, одним из наиболее перспективных научных направлений, способствующих повышению эксплуатационных свойств тракторов, агрегируемых лесными почвообрабатывающими орудиями, является разработка и исследование для них систем рекуперации энергии. К наиболее важным факторам, влияющим на появление потерь энергии в навесном механизме, относятся: сложный рельеф обрабатываемой поверхности; наличие большого количества препятствий, приводящих при их преодолении навесным орудием к появлению колебаний навесной системы относительно трактора.

Для преобразования непродуцируемой рассеиваемой потенциальной энергии массы навесной системы трактора в энергию рабочей жидкости, накапливаемой в пневмогидравлическом аккумуляторе для последующего полезного использования, авторами была предложена рекуперативная навесная система трактора (РНСТ) [1].

Для предварительной оценки эффективности функционирования РНСТ разработан стенд, схема которого приведена на рисунке 1 [2]. Предлагаемый стенд дает возможность в ручном или автоматическом режимах управления выполнить исследование изменения величины зарядки пневмогидравлического аккумулятора рабочей жидкостью в зависимости от: высоты и скорости опускания РНСТ; массы опускающейся РНСТ; скорости движения РНСТ. Основными элементами данного стенда, являются: навешиваемая РНСТ; гидронасосная станция, имитирующая гидросистему трактора; беспроводная тензометрическая станция; ящик с почвой; перемещающаяся тележка, имитирующая движение лесного почвообрабатывающего агрегата по почве и пням; сменные препятствия в виде пней, крупных корней, валунов, закрепляемых на раме ящика с почвой. Имитируемая скорость движения лесного почвообрабатывающего агрегата может регулироваться в пределах от 0,1 до 1,5 м/с за счет изменения давления рабочей жидкости, поступающей в гидроцилиндры перемещающейся тележки. Изменение скорости движения перемещающейся тележки фиксируется датчиком скорости, размещенным на ящике с почвой.

Для регистрации исследуемых параметров на данном стенде применяются методы видеосъемки и электротензометрирования. Применение тензометрического оборудования и приборов позволяет минимизировать погрешности измерений, а также осуществлять в зависимости от задач исследования регистрацию на компьютере более десяти параметров РНСТ. Для более детального изучения на стенде особенностей движения дисков при преодолении ими препятствия применялась видеосъемка данного процесса цифровой камерой. Синхронная работа видеокамеры и тензоаппаратуры позволяет фиксировать движение РНСТ до встречи ее дисков с препятствием, в момент встречи и после преодоления ими препятствия.



a – вид сбоку; *б* – вид сверху;

1 – направляющая; 2 – упорно-опорная поперечина; 3 – опорная поперечина; 4 – тележка; 5 – колесо; 6, 13 – гидроцилиндры; 7 – дисковое почвообрабатывающее орудие; 8 – рабочий орган орудия; 9-12 – звенья навесного устройства; 14 – ящик с почвой; 15 – имитатор препятствия; 16 – гидронасосная станция; 17 – блок дистанционно управляемых гидрораспределителей; 18 – стойка с пультом управления и тензометрической лабораторией обработки, визуализации и записи данных; 19 – трубопроводы; 20 – электрический кабель

Рисунок 1 – Стенд для испытания и исследования агрегатов и узлов транспортных и почвообрабатывающих машин и орудий

Проведение обработки видеосъемки выполняется с помощью компьютера путем последовательного покадрового анализа процесса преодоления препятствия дисковой батареей РНСТ. С помощью компьютера также осуществляется запись и обработка всех измеряемых характеристик. Далее, полученные результаты отображаются на мониторе компьютера в виде графиков, гистограмм и таблиц. Кроме этого, приведенный стенд позволяет выполнять испытания рекуперативных дышел сцепных устройств прицепов. Такие испытания дают возможность исследовать изменение объема поступающей рабочей жидкости в пневмогидравлический аккумулятор при имитации нагрузок, действующих на дышло прицепа в продольной плоскости, аналогично нагрузкам, действующих при неустановившихся режимах движения автопоезда.

Список литературы

1. Перспективы разработки рекуперативного навесного механизма трактора с приспособлением для агрегатирования его с лесными дисковыми орудиями / В. И. Посметьев, В. О. Никонов, М. А. Савинков, Е. В. Снятков // Проблемы эксплуатации и перспективы развития автомобильного транспорта : Материалы Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 05-06 октября 2023 года / отв. редактор В. О. Никонов. – Воронеж, 2023. – С. 101-111. – DOI 10.58168/OPPRTD_101-111.
2. Патент № 2488087 Российская Федерация, МПК G01M 17/00, G01M 99/00. Стенд для испытания предохранительных механизмов почвообрабатывающих орудий и изучения влияния ударных нагрузок на навесные механизмы тракторов : № 2012111379/11 : заявл. 23.03.2012 ; опубл. 20.07.2013 / В. И. Посметьев, Е. В. Снятков, А. С. Пустовалов ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО "ВГЛТА". – 6 с.

References

1. Prospects for the development of a recuperative tractor mounted mechanism with a device for aggregating it with forest disk tools / V. I. Posmetyev, V. O. Nikonov, M. A. Savinkov, E. V. Snyatkov // Problems of operation and prospects for the development of automobile transport : Proceedings of the All-Russian scientific and technical conference, Voronezh, October 5-6, 2023 / Responsible. editor V. O. Nikonov. – Voronezh, 2023. – P. 101-111. – DOI 10.58168/OPPRTD_101-111.
2. Patent № 2488087 Russian Federation, IPC G01M 17/00, G01M 99/00. Test rig for testing safety mechanisms of tillage implements and studying the effect of impact loads on tractor mounted mechanisms: № 2012111379/11 : decl. 23.03.2012 ; publ. 20.07.2013 / V. I. Posmetyev, E. V. Snyatkov, A. S. Pustovalov ; applicant and patent holder FGBOU HPE "VGLTA". – 6 p.

Советбеков Б.

д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры
автомобильного транспорта, «Кыргызско-Российский
Славянский университет»,
г. Бишкек, Кыргызская Республика

Абдулазизов А.А.

магистрант группы ТТМ-1-23, «Кыргызско-
Российский Славянский университет»,
г. Бишкек, Кыргызская Республика

Sovetbekov B.

Dr. of Technical Sciences, Associate Professor,
Professor of the Department of Motor Transport
«Kyrgyz-Russian Slavic University»,
Bishkek, Kyrgyz Republic

Abdulazizov A.A.

Graduate student of the TTPM-1-23 group
«Kyrgyz-Russian Slavic University»,
Bishkek, Kyrgyz Republic

ПРИМЕНЕНИЕ ОГРАНИЧЕНИЙ НА ВЫБРОСЫ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

APPLICATION OF RESTRICTIONS ON EMISSIONS OF HARMFUL SUBSTANCES BY ROAD

Аннотация. В статье сделан обзор на процесс работы двигателя внутреннего сгорания, выделению вредных отработавших газов. При конструировании двигателей внутреннего сгорания не уделялось особого внимания негативным воздействиям которые в первую очередь носят экологический характер, в частности, это загрязняющие вещества в выхлопных газах, шум, утечки рабочих жидкостей, расход топлива, расход сырья для производства комплектующих, отходы производства. Рассмотрены нормативы по экологическим требованиям к топливам. Приведен сравнительный анализ топлива по экологическим классам, степень вредности отдельных компонентов выхлопных газов и их определение путем сравнения с вредностью монооксида углерода. Анализируются как процесс горения влияют тепловые характеристики, форма и вихревые свойства камеры сгорания и, прежде всего, способ и качество впрыска топлива. Приведены Правила Европейской Экономической Комиссии, Директивы по применению соответствующего экологическим классам топлива.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, камера сгорания, тепловая энергия, экологический класс, тепловые характеристики, вредные выбросы, транспортное средство, загрязнение воздуха.

Abstract. The article provides an overview of the process of operation of the internal combustion engine, the release of harmful exhaust gases. When designing internal combustion engines, special attention was not paid to the negative effects, which are primarily environmental in nature, in particular, pollutants in exhaust gases, noise, leakage of working fluids, fuel consumption, consumption of raw materials for the production of components, production waste. The standards on environmental requirements for fuels are considered. A comparative analysis of fuel by environmental classes, the degree of harmfulness of individual components of exhaust gases and their determination by comparison with the harmfulness of carbon monoxide is given. Gorenje analyzes how the combustion process is influenced by thermal characteristics, shape and vortex properties of the combustion chamber and, above all, the method and quality of fuel injection. The Rules of the European Economic Commission, Directives on the use of fuels corresponding to environmental classes are given.

Keywords: internal combustion engine, combustion chamber, thermal energy, environmental class, thermal characteristics, harmful emissions, vehicle, air pollution.

В прошлом разработка двигателя внутреннего сгорания была сосредоточена в первую очередь на производительности и надежности, и не уделялось особого внимания негативным воздействиям двигателя внутреннего сгорания, которые в первую очередь носят экологический характер. В частности, это загрязняющие вещества в выхлопных газах, шум, утечки рабочих жидкостей, расход топлива, расход сырья для производства комплектующих, отходы производства и т. д. [4].

Работа двигателя внутреннего сгорания основана на сгорании топливо-воздушной смеси на основе окисления горючих компонентов топлива кислородом, содержащимся в воздухе и топливе, в условиях камеры сгорания при быстро меняющихся температурах и давлениях. Во время сгорания при высоких температурах и давлениях происходят взаимные реакции отдельных компонентов, в результате которых выделяется тепловая энергия и давление под давлением. В результате реакций образуются компоненты во всех формах, выходящих из камеры сгорания, а некоторые компоненты вступают в реакцию и образуются только при прохождении через выхлопную трубу. На процесс горения влияют тепловые характеристики, форма и вихревые свойства камеры сгорания и, прежде всего, способ и качество впрыска топлива. Согласно проведенным на сегодняшний день анализам, выхлопные газы поршневых двигателей внутреннего сгорания содержат почти 160 отдельных компонентов, но только около 0,3% вредных выбросов приходится на выхлопные газы (рис. 1).

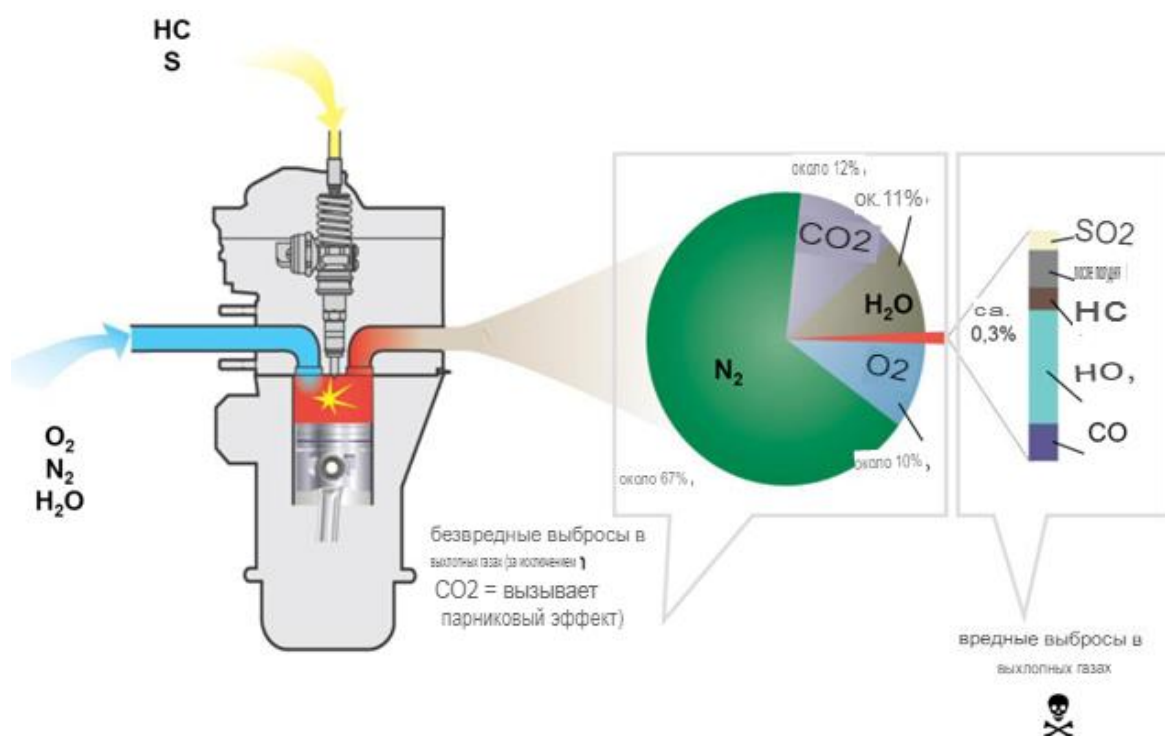
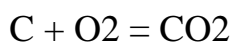
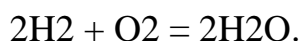


Рисунок 1 – Выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания

Процесс идеального окисления топлива и образования продуктов идеального сгорания, т.е. CO₂ и H₂O, может быть описан следующими реакциями:



Для идеального сжигания одного килограмма углерода требуется 2,66 кг кислорода, что при содержании кислорода в воздухе 23% означает 11,6 кг воздуха. Конечный продукт идеального сжигания 1 кг углерода составляет 3,76 кг CO₂.



То же самое можно сделать с водородом. Для идеального сжигания одного килограмма H₂ требуется 8 кг кислорода, что при содержании кислорода в воздухе 23% означает 34,78 кг воздуха. В результате идеального сжигания H₂ образуется 9 кг H₂O. Исходя из этого анализа, можно определить итоговое производство CO₂ и H₂O с использованием известных концентраций углерода (0,86) и водорода (0,14) в дизельном топливе:

- производство CO₂ при идеальном сгорании 1 кг дизельного топлива составляет 3,15 кг;

- для оптимального сжигания 1 кг дизельного топлива расходуется 3,4 кг кислорода;

- для оптимального сжигания 1 кг дизельного топлива расходуется 14,78 кг воздуха.

Выбросы двигателей внутреннего сгорания содержат сотни химических веществ в различных концентрациях, биологические свойства которых (воздействие на здоровье человека и окружающую среду) еще точно не определены. На долю двигателей внутреннего сгорания приходится более 70% глобальных выбросов CO и 19% выбросов CO₂.

Помимо продуктов совершенного сгорания, т.е. CO₂, H₂O, избыточного кислорода, остаточного азота, образующих доминирующее представление, существует целая масса газов и твердых веществ, из которых наибольшее внимание уделяется монооксиду углерода – CO, несгоревшим углеводородам – HC (парафины, олефины, ароматические углеводороды), частично сгоревшие углеводороды (альдегиды, кетоны), продукты деления (ацетилен, этилен, водород, сажа), оксид азота – NO_x (оксид азота, закись азота, диоксид азота двуокись азота) и твердые частицы [5].

Степень вредности отдельных компонентов выхлопных газов иногда определяется путем сравнения с вредностью монооксида углерода CO. Объективное выражение индивидуальных уровней вредности определить сложно.

Наиболее серьезными загрязнителями выхлопных газов считаются твердые частицы.

В связи с негативным воздействием работы двигателя внутреннего сгорания на окружающую среду начали применяться ограничения по выбросам, которым должен соответствовать каждый двигатель внутреннего сгорания перед выпуском на рынок.

В выхлопных газах двигателей внутреннего сгорания содержится несколько сотен веществ, вредное воздействие которых на окружающую среду доказано. Их содержание в выхлопных газах, как и воздействие на окружающую среду, различно. С точки зрения охраны окружающей среды проводится мониторинг некоторых компонентов выхлопных газов, ужесточаются допустимые значения и сокращается периодичность их ужесточения (в настоящее время примерно до 4-5 лет).

Правила ЕЭК были приняты только на добровольной основе отдельными государствами-членами, и отдельные государства принимают решение о принятии правил и дате их введения на основе своих индивидуальных возможностей и потребностей.

Исходя из этого, Европейский союз постепенно начал принимать директивы ЕС/ЕЭС, которые после их принятия уже были обязательными для всех государств - членов ЕС. В настоящее время вместо директив ЕС/ЕЭС принимаются нормативные акты ЕС. Эти нормативные акты ЕС по выбросам делятся на две основные категории:

- 1) нормы выбросов для легковых автомобилей и легких коммерческих транспортных средств (обозначаются арабскими цифрами "Евро 1.... 6");
- 2) нормы выбросов для большегрузных транспортных средств и автобусов (обозначаются "Евро I... VI" с использованием римских цифр, хотя иногда используются и арабские цифры).

Пределом между этими группами является базовый вес в 2610 кг. Если контрольная масса транспортного средства не превышает 2610 кг, то это первая группа, а если контрольная масса транспортного средства превышает 2610 кг, то это вторая группа [3, 5].

При сжигании углеродного топлива в воздух выбрасываются несгоревшие остатки топлива. Ароматические углеводороды (НС), монооксид углерода (СО), оксиды азота (NOX) и твердые частицы (PM) оказывают серьезное воздействие на здоровье человека и окружающую среду. Предельные значения выбросов для дизельных двигателей и для бензиновых двигателей (бензин, природный газ, СНГ, этанол, ...) установлены по-разному. Для дизельных двигателей установлены более строгие нормы выбросов СО, но допускается более высокий уровень выбросов NOX. Двигатели с искровым зажиганием были освобождены от измерения содержания твердых частиц до перехода на Евро-4. Стандарт Euro 5/6 предусматривает массовый выброс твердых частиц.

Нормативы выбросов устанавливают максимальное количество загрязняющих веществ в выхлопных газах, выбрасываемых двигателями, и включают:

- твердые частицы (ТЧ) из дизельных двигателей; твердые частицы находятся как в жидком, так и в газообразном состоянии;

- оксиды азота (NOX): образуются в результате окисления азота, поступающего в камеру сгорания с всасываемым воздухом, вместе с кислородом, предназначенным для окисления топлива, или кислородом, содержащимся в топливе; оксиды азота образуются при высоких температурах (высокой энергии активации, необходимой для инициирования реакций) и давлениях в камере сгорания и их образовании таким образом, это зависит от насыщенности смеси и концентрации кислорода; наибольшая доля приходится на оксид азота (95 %), который является токсичным;

- углеводороды, измеряемые как общее количество углеводородов или неметановых углеводородов, или с использованием комбинированного предельного значения оксидов азота и углеводородов вместо двух отдельных параметров; несгоревшие углеводороды они возникают в очень неблагоприятных окислительных условиях, они образуются либо из топлива (углеводороды, перегоняемые в конце кривой дистилляции), либо в результате преждевременно остановленных реакций на так называемой стадии дистилляции. зоны огнетушения (высокий коэффициент избытка воздуха, низкая температура горения вблизи стенок) или как продукт термического крекинга и других химических реакций;

- монооксид углерода (CO), образуется при неполном сгорании, когда в горючей смеси не хватает кислорода, или это может быть локальный пожар, недостаток кислорода в камере сгорания.

Правила по выбросам вредных веществ предусматривают, что транспортные средства должны соответствовать предельным значениям выбросов в течение срока службы транспортного средства, который зависит от категории транспортного средства. Нормы выбросов EURO VI предусматривают значительное сокращение допустимых выбросов выхлопных газов и других эксплуатационных аспектов. В частности, это касается:

- новые, действующие во всем мире испытания с переменным и постоянным циклами, включая компоненты холодного пуска и нормальную рабочую температуру;

- согласованный во всем мире переходный цикл вождения, согласованный во всем мире переходный цикл устойчивого состояния. Графическое сравнение норм выбросов Euro I и EURO VI показано на рис. 2.

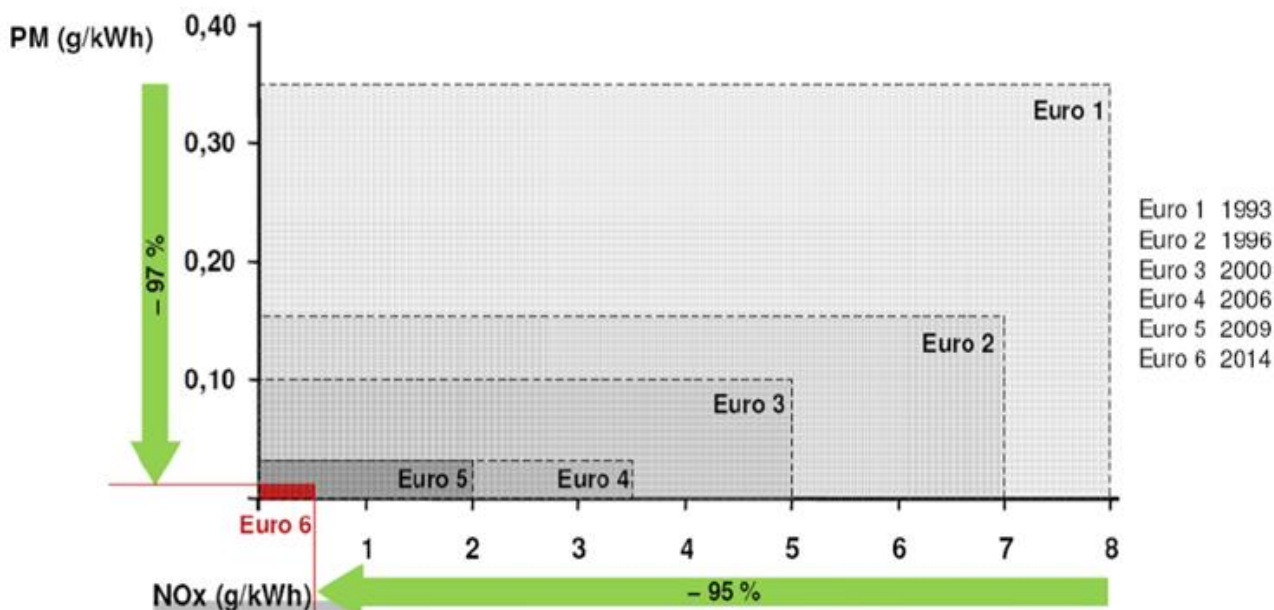


Рисунок 2 – Сравнение норм выбросов Euro I и EURO VI

Как правило, соблюдение норм выбросов EURO VI достигается с помощью различных систем последующей очистки выхлопных газов. В частности, это касается [5]:

- катализатора (окислительного, трехходового или другого);
- сажевого фильтра;
- системы снижения выбросов оксидов азота;
- селективного каталитического восстановления;
- поглотителя;
- пассивного или активного разреженного катализатора;
- другая система доочистки выхлопных газов, предназначенная для снижения выбросов;
- комбинированный сажевый фильтр для снижения выбросов;
- система рециркуляции отработавших газов (EGR);

При введении все новых и новых ограничений на выбросы вредных веществ, применимых к двигателям внутреннего сгорания, огромные средства тратятся на техническое развитие. В конструкциях самых современных двигателей внутреннего сгорания мы находим ряд интересных, иногда даже новаторских решений, в которых даже не было необходимости, если бы европейские политики понимали суть вопроса при установлении предельных значений выбросов для двигателей внутреннего сгорания дорожных транспортных средств. В целом, мы можем сказать, что за последние двадцать лет двигатели внутреннего сгорания стали чище, производя меньше загрязняющих веществ, содержание которых в выхлопных газах резко снижается. Это относится ко всем двигателям внутреннего сгорания, предназначенным для приведения в действие легковых автомобилей, грузовиков, строительной техники, сельскохозяйственной и лесной техники, подвижного состава, судов, стационарных двигателей, коге-

нерациональных установок и даже самолетов. Тенденция к очистке выхлопных газов продвигается с глобальной точки зрения "блоком", не только на европейском пространстве, но и практически на всех континентах. Уже существующие ограничения на выбросы EURO V, EEV, EPA 10, уровень 4 (стадия III B) очень строги в отношении количества ограничений на выбросы.

Список литературы

1. Пепина, Л. А. Загрязнение атмосферного воздуха автомобильно-дорожным комплексом / Л. А. Пепина, А. Н. Созонтова. – Alfabuild. 1 (1). 2017. 99-110– 101 с.
2. Coffin A.W., 2007. From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. J. Transp. Geogr., 15, p. 396-406.
3. Вольф, Ф. Диагностика автотранспортных средств. 2006, 444 с. ISBN 80-239-7064-X.
4. Принципал, В. Транспортные средства и окружающая среда. – Редакционный центр VŠDS в Жилине, 1996, 251 с., ISBN 80-7100-306-9.
5. Моравчик, Л. Правила регулирования выбросов дорожных механических транспортных средств // Испытания и официальное утверждение механических транспортных средств в международном контексте: Материалы 10 Междунар. конференции, 28-30 сентября 2011 г. Нитра: "Веттранс Жилина", 10 с. ISBN 978-80-85418-73-6, EAN 9788085418736.

References

1. Pepina, L. A., Atmospheric air pollution by the automobile and road complex / L. A. Pepina, A. N. Sozontova. – Alfabuild. 1 (1). 2017. 99-110– 101 S.
2. Coffin A.W., 2007. From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. J. Transp. Geogr., 15, p. 396-406.
3. Wolf F. Diagnostics of motor vehicles. 2006. 444 p. ISBN 80-239-7064-X.
4. Principal, V. Vehicles and the Environment. – Editorial center VŠDS in Žilina, 1996, 251 p. ISBN 80-7100-306-9.
5. Moravchik, L. Rules for regulating emissions of road motor vehicles // Testing and approval of motor vehicles in an international context: Materials of 10th International Conference, 28-30 September 2011, Nitra, Vettrans Zhilina, 10 p. ISBN 978-80-85418-73-6, EAN 9788085418736.

Хрипченко М.С.

кандидат технических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Новиков А.П.

кандидат технических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Ленцов П.П.

студент автомобильного факультета,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Khripchenko M.S.

Ph.D. of Technical Sciences, associate professor,
Voronezh State University of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov, Russian Federation

Novikov A.P.

Ph.D. of Technical Sciences, associate professor,
Voronezh State University of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov, Russian Federation

Lentsov P.P.

student of the Automobile Faculty,
Voronezh State University of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov, Russian Federation

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ КАМАЗ ПОКОЛЕНИЯ К5 В АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

FEATURES OF KAMAZ GENERATION K5 VEHICLES OPERATION IN ARCTIC CONDITIONS

Аннотация. В статье проведен анализ результатов модернизации новых поколений КамАЗов К5, что является огромным шагом для упрощения эксплуатации грузовых автомобилей в арктических условиях. Отмечено, что локализация производства позволит удешевить стоимость автомобилей и комплектующих, большинство модулей стали надёжнее и практичнее, комфорт водителей увеличился во многих аспектах.

Ключевые слова: автомобили, Арктика, грузовые автомобили, эксплуатация, дизельный двигатель

Abstract. The new generation of KAMAZ K5 has made a huge step to simplify the operation of trucks in Arctic conditions. Localization of production will reduce the cost of cars and components. Most models have become more reliable and practical. The comfort of drivers has increased in many aspects, it has become easier to drive a car, many systems (ABS, ESP, etc.) contribute to this, the heating of the windows and interior has become more uniform

Keywords: cars, Arctic, trucks, operation, diesel engine

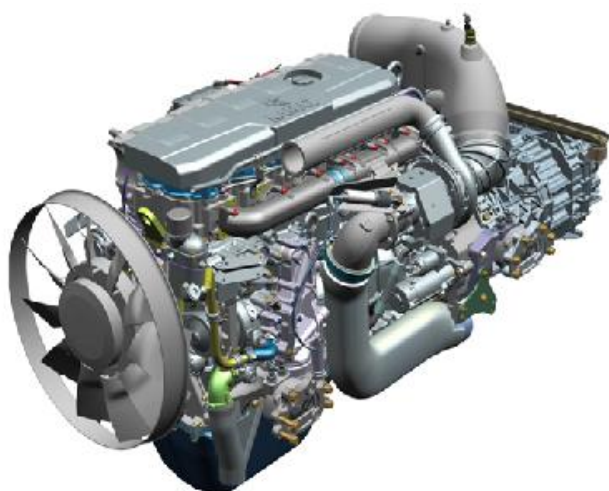
Камский автомобильный завод – крупнейший в России и СНГ комплекс заводов по производству грузовых автомобилей, дизельных двигателей, тракторов, электроагрегатов и комплектующих к ним. За северным полярным кругом всегда были суровые условия для эксплуатации автомобилей. Нишу грузового автотранспорта в таких районах с момента создания занял КамАЗ, грузовые автомобили для арктических условий начали испытывать уже в конце 1970-х годов. В наше время основное внимание направлено на новое пятое поколение автомобилей КамАЗ К5, которое является преемником четвёртого поколения К4. Серийное производство началось в 2019 году, а уже в 2021 проводились тестовые испытания специализированных автомобилей в условиях, приближенных к арктическим. В связи с санкциями поставка большого количества комплектующих затруднено, из-за чего было прекращено производство четвёртого поколения КамАЗ, пятое поколение локализовано на данный момент на 70–80 %.

В общей сложности заменены 2,3 тыс. деталей и узлов. Часть номенклатуры «КАМАЗ» локализовал сам, часть заместили новые партнёры.

Основные улучшения:

- Межсервисный интервал увеличен до 120 тыс. км, что очень важно в арктических условиях.
- Ресурс автомобиля увеличен до 1,2 млн км.
- Объем двигателя увеличен с 12 л до 13 л, за счёт этого увеличилась мощность и крутящий момент.
- Эксплуатационный расход топлива снижен на 6–7%, благодаря этому увеличилось расстояние, которое можно пройти на полном баке.
- Доработаны системы охлаждения и нейтрализации, благодаря этому улучшились экологические показатели.
- Усовершенствована электрика, увеличена надёжность электроприборов.
- Разработана новая бортовая информационная система, упрощение использования для водителя, повысилась надёжность.
- Усовершенствована подвеска кабины и всего большегруза, увеличение проходимости и комфорта использования.
- Улучшена плавность хода и шумоизоляция кабины.

Двигатель КАМАЗ R6 910.52–460 Евро-5 (рис. 1). Разработан на базе модели 910.15–450.



У данного мотора выше крутящий момент за счёт увеличения объёма двигателя, что упрощает трогание гружённого автомобиля с места. Так же новая цилиндропоршневая группа с изменёнными размерами поршней и шатунов.

Из табл. 1 видно, что у нового двигателя больше объём за счёт чего вырос крутящий момент, при этом расход топлива уменьшился, наиболее важные показатели в арктических

Рисунок 1 – Двигатель КАМАЗ R6 910.52–460 Евро-5 УСЛОВИЯХ.

Таблица 1 – Сравнение двигателей 910.15–450 и 910.15–460

Характеристика	Двигатель 910.15-450	Двигатель 910.15-460 (обновлённые комплектации)
Объём	12 л	13 л
Минимальный удельный расход топлива	179 г/кВт*ч	174 г/кВт*ч
Крутящий момент	2300/950 Н*м об./мин.	2600/1300 Н*м об./мин.
Ресурс	не менее 1,2 млн. км в составе АТС	не менее 1,5 млн. км в составе АТС
Межсервисный интервал	120 000 км	120 000 км
Длина * ширина * высота	1373 * 930 * 1160 мм	1445 * 925 * 1165 мм
Масса	1115 кг	1190 кг

Также увеличился ресурс двигателя на 300 000 километров и незначительно увеличились габариты и вес.

Для электронной системы управления двигателем применяется контроллер Абит М-240, который является функциональным аналогом блоков Bosch EDC7, EDC17. Данный блок управления выполняет множество функций, к примеру, преобразует и обрабатывает первичную информацию, поступающую от датчиков и других устройств автомобиля, реализует алгоритмы управления и диагностики компонентов системы. Так же формирует сигналы управления форсунками и исполнительными механизмами, запоминает коды неисправностей, поддерживает диагностический канал обмена данными с диагностической аппаратурой двигателя. Благодаря этому облегчается эксплуатация автомобиля, в том числе и в арктических условиях, упрощается диагностика и поиск неисправностей в реальном времени, а также упрощается настройка двигателя для определённых условий эксплуатации при низких температурах.

На автомобиле применяется вентилятор с муфтой производителя «Техтрон». Скорость холостого хода данного вентилятора 500 об/мин, а номинальная скорость вращения вентилятора при номинальной скорости вращения вала и полном включении муфты 2360 об/мин, это важное изменение для южных регионов, но для арктических условий данное изменение не так важно в связи с отсутствием проблемы перегрева двигателя и других агрегатов.

Новое поколение КамАЗов К5 использует стартер БАТЭ 5422.3708, который имеет номинальную мощность 10 кВт. В условиях крайнего севера определённую сложность представляет холодный запуск, при этом стартер работает с большой нагрузкой. Новая конструкция стартера обеспечивает высокие показатели ресурса данного агрегата и надёжности пуска двигателя.

Система смазки двигателя так же подверглась изменениям. Новый современный фильтрующий материал с улучшенной полнотой (99,5 %) и тонкостью отсева (12 мкм), за счёт этого уменьшается количество частиц, находящихся в масле, увеличивает надёжность работы насоса, со временем масло меньше теряет свои вязкостные и смазывающие свойства, увеличивается ресурс двигателя

Давление масла и производительность масляного насоса увеличены на 20%, увеличилась надёжность, улучшились условия смазки, уменьшилась возможность масляного голодания

Планируется заменить металлический масляный поддон на пластиковый, с увеличенным объемом 60 л вместо 44 л. Это позволит увеличить межсервисный интервал, что облегчит условия эксплуатации в суровых условиях.

Коробка передач, которая ставится на новое поколение грузовых автомобилей FastGear F12JZ (рис. 2). Данная коробка является автоматизированной, что облегчает пользование для водителя, автоматически выбирает необходимую передачу для разных условий. 12-ступенчатая – это увеличивает проходимость, облегчает трогание и разгон при полной загрузке, имеет ряд преимуществ по сравнению со старой 8-ми ступенчатой механической коробкой.

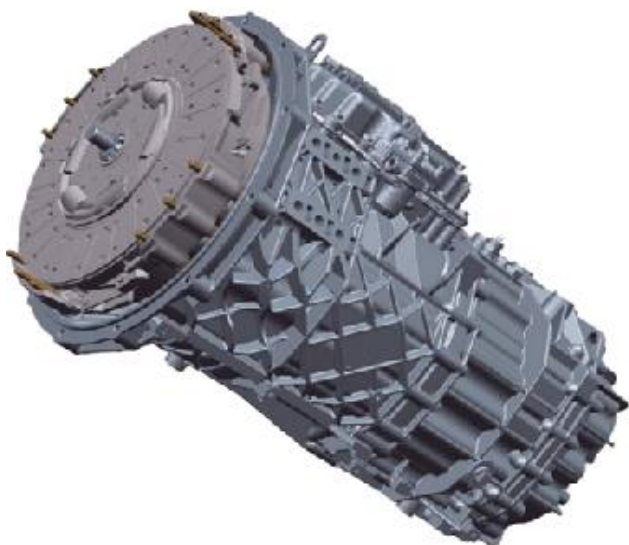


Рисунок 2 – Коробка передач FastGear F12JZ

Новая коробка имеет возможность ручного переключения передач, важно для использования в арктических условиях бездорожья. Конструкция с двумя промежуточными валами обладает высокой несущей способностью. Во время работы каждый левый и правый промежуточный вал несет половину крутящего момента. Данное решение увеличивает надёжность узла, так же увеличивает максимальную нагрузку. На конце левого промежуточного вала установлен тормоз для синхронизации главной коробки при переключении на повышенную пере-

дачу. На конце правого промежуточного вала установлен масляный насос для принудительной смазки, это исключает возможность масляного голодания и улучшает условия смазки, это необходимо в условиях Крайнего Севера, так как смазка сильно загустевает при больших отрицательных температурах.

У данной коробки передач имеется много функций которые облегчают пользование автомобилем:

- ECO – экономичный режим, переключение передач для максимальной экономии топлива, важный режим ведь в арктических условиях не всегда есть возможность заправиться по пути, и экономия топлива является важной характеристикой в суровых условиях.

- POWER – режим повышенной мощности, переключение передач для максимальной мощности, упрощает разгон автомобиля.

- Eco Roll - движение накатом, активируется при движении по прямой, трансмиссия переходит в нейтраль для экономии топлива.

- Режим маневрирования – ползучий режим, необходим для медленного передвижения вперед/назад, облегчает маневрирование в узких пространствах.

- Помощь при трогании с места на подъеме, упрощает эксплуатацию транспорта для водителей и увеличивает проходимость.

- Функция защиты сцепления - позволяет контролировать температуру сцепления при высоких нагрузках и отправлять информацию водителю при перегреве, информация о любых неисправностях очень важна в условиях Арктики, от этого часто зависит жизнь полярников.

- Функция контроля давления. В коробку передач интегрирован датчик давления, который не позволит начать движение, пока давление в системе не достигнет требуемого значения, упрощает эксплуатацию для водителя, исключает человеческий фактор при начале движения с недостаточным давлением масла в коробке.

Сцепление на новом поколении производится двумя компаниями. Сцепления сопоставимы по характеристикам. Замена связана с тем, что сцепление является связующим звеном между двигателем и коробкой передач. Для плав-

ной и корректной работы трансмиссии произведен подбор характеристик и адаптация сцепления с учетом изменений в двигателе и коробке передач. В коробке установлен центральный исполнительный механизм сцепления (коннектор). Он используется для выключения и включения сцепления. Соосен первичному валу КПП. На коннекторе установлен датчик перемещения сцепления, который обеспечивает необходимый ход и постоянно корректирует его по мере износа сцепления. При критическом износе сцепления или какой-то другой неисправности, датчик подаст сигнал на блок управления коробки, а та в свою очередь выдаст определенный код ошибки на панель приборов. В зависимости от кода ошибки (в таблице кодов) есть описание по устранению неисправности, которым необходимо руководствоваться. Это увеличивает надёжность, автоматически подводит сцепление, уменьшает износ и в реальном времени сообщает об ошибках.

На автомобилях КамАЗ 5 поколения применяется блок охлаждения новой конструкции. Кронштейны и точки крепления совпадают с предыдущими версиями. Площадь радиатора увеличена. Увеличен конденсор для эффективного охлаждения кабины и двигателя. Данный улучшения актуальны в тяжёлых условиях эксплуатации, в том числе и в условиях севера. Наружная сетка металлическая, это уберегает блок охлаждения от кусочков льда и снега, которые могут его повредить.

Система нейтрализации выхлопных газов является важным механизмом в современной экологической обстановке, на поколение К5 данную систему производит Vj Cats или Dinex. Все присоединительные габаритные размеры сохранены, коннекторы совпадают. Неисправный модуль подлежит замене. Если замена происходит на аналоги, то это нужно делать в сборе. При замене одного из модулей на аналог, второй тоже нужно заменить, даже если он исправен. Увеличивает экологичность выхлопных газов.

Усиленная поперечина в передней части рамы, под вентилятором двигателя. Развитое крепление поперечин исключает концентраторы напряжений. Важно при эксплуатации в условиях больших отрицательных температур, уменьшает напряжение при сильном охлаждении.

Производитель ведущего моста для новых автомобилей КамАЗ HANDE HDZ. Оптимизированная конструкция позволила достичь снижения массы, это дает дополнительную экономичность. Гипоидное зацепление зубчатых колес мягко передает усилия, не производя шума. Максимальная нагрузка на мост составляет 11500 кг., так же на данном мосту присутствует датчик ABS и датчик износа тормозных накладок. Датчик ABS крайне необходим в условиях крайнего севера где часто встречается лёд и рыхлый снег которые затрудняют торможение. А датчик износа тормозных накладок упростит диагностику во время технического обслуживания.

Производитель гидросилителей Нема или БЗАГУ. Конструктивно взаимозаменяемы. В разработке еще 2 варианта: концерн КЭМЗ (Кизлярский электромеханический завод) и Tri-Ring (Китай). Для гидросилителей на КАМАЗ-54901 применяются трансмиссионные масла, соответствующие перечню смазочных материалов TE-ML 09х. В арктических условиях основное требование к

гидроусилителю надёжность и необходимая вязкость смазочных материалов при низких температурах.

Автомобиль оборудован электронно-управляемой тормозной системой EBS. Рабочее давление - 10 атм. В функции тормозной системы EBS выходит: управление рабочей и вспомогательной тормозными системами (Brake-Management), антиблокировочная система (АБС), противобуксовочная система (АТС), система курсовой устойчивости (ESP). Наличие данных систем существенно облегчает эксплуатацию в условиях Арктики. Новый поставщик пневмоаппаратов тормозной системы – SORL. Аппараты и их присоединительные размеры идентичны тому, что было раньше. Введен электронный ручник, не актуален в арктических условиях, в силу меньшей надёжности.

Аккумуляторные батареи перенесли в задний свес рамы. Благодаря этому решению удалось увеличить максимальную емкость топливных баков до 1400 литров. В топливном баке заменили датчик уровня топлива (концерн КЭМЗ). Замена не связана с импортозамещением: датчики уровня стали точнее и надежнее. Увеличенная ёмкость баков – важная характеристика автомобиля для арктических условий.

В модернизированных автомобилях КАМАЗ-54901 устанавливается современная интерактивная комбинация приборов с увеличенным цветным жидкокристаллическим экраном. Производитель - ИТЭЛМА. Аналоги производят фирмы «Меттэм-М» и «НПО автоматики». Комбинация приборов не диагностируется внешним оборудованием. На самом экране комбинации в разделе меню «Диагностика» отображаются коды ошибок электрооборудования и перечень предупреждающих сообщений. Комбинация приборов не ремонтпригодна: в случае неисправности, необходима замена. Упрощает диагностику неисправностей, уменьшает необходимое для этого оборудование, что важно в суровых условиях.

Разработка новой БИС не связана с экстренными решениями по локализации, это была запланированная планомерная работа. С конца апреля 2023 года начат выпуск автомобилей с новым 15-дюймовым головным устройством. Оно устанавливается на магистральных автомобилях с кабиной шириной 2,5 метра - на моделях 54901 и 65659. 10-дюймовое устройство останется на автомобилях с узкой кабиной. «Начинка» в обеих версиях БИС будет одинаковой. Устройство нельзя вскрывать. Ремонт узла не предусмотрен. Если БИС работает некорректно или не включается, нужно провести первичную диагностику всех компонентов согласно инструкции на портале ЭЭД. Если проблема не решена, нужно списать и заменить на новую по гарантии. Аналогов нет, это полностью разработка под ПАО «КАМАЗ». На данный момент поставщик - МТС авто. Новая БИС упрощает пользование системой, технические характеристики лучше прошлой версии, больше функций, не актуальна для арктических условий, физические кнопки управления системами автомобиля (блокировка колес, межколесный дифференциал, хилхолдер, управление светом и люком) надёжнее, чем сенсорные клавиши.

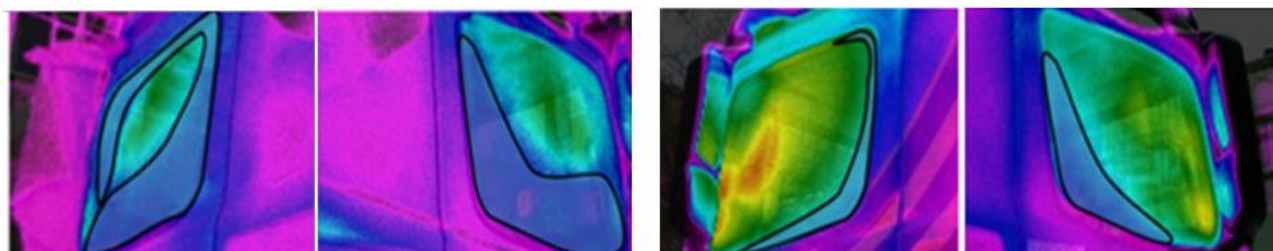
В новой бортовой системе есть два навигатора:

NAVITEL (основной навигатор) работает без подключения к сети. Специально адаптирован для грузовой автотехники с учетом ограничений по массе и габаритам. Возможность постройки маршрута по спутникам в условиях отсутствия сети очень важно для суровых условий Арктики.

2ГИС (дополнительный навигатор) Подходит для городских маршрутов, где есть стабильное подключение к интернету, не актуален в северных условиях.

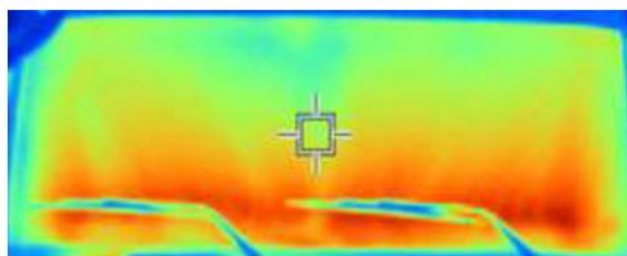
Ранее на КАМАЗ-54901 устанавливался модуль VCU – блок управления автомобилем. Теперь он исключен. На новых модификациях автомобильные функции перенесены в блок управления двигателем. Часть функций перенесена в центральный блок управления электрооборудованием. Исключен также блок управления клавишами. На прежних модификациях от всех клавиш шла единая электрическая линия, связанная с блоком управления. На новых комплектациях клавиши подключаются напрямую к центральному блоку управления электрооборудованием. Уменьшение блоков управления и перенос их функций на уже имеющиеся увеличивают надёжность автомобиля и упрощает диагностирование неисправностей.

У новой кабины КамАЗа К5 Объем воздушных потоков перераспределен для лучшего, более равномерного обогрева стёкол (рис. 3).



Обдув боковых стёкол: было

Обдув боковых стёкол: стало



Обдув лобового стекла

Рисунок 3 – Распределение воздушных потоков

Климатическая установка сменила поставщика. Теперь это отечественная фирма «Август». Автономный отопитель в кабине — на 4 кВт. Обогрев стёкол и салона очень важен в арктических условиях, необходима отлаженная система для обеспечения надёжной работы обогревателей.

Поставщик сидений для новой кабины – «ТИС» (г. Елабуга)

Водительское сиденье – с подогревом и на пневмоподвеске, а пассажирское жестко закрепленное, но это зависит от комплектации. По форме и настройкам, количеству регулировок сиденья такие же, как и раньше. Также фирма ТИС является новым производителем вентиляционного люка с электроприводом. Новое сидение увеличивает комфорт для водителя, наличие подогрева важно для арктических условий.

Новое поколение КамАЗов К5 сделало огромный шаг для упрощения эксплуатации грузовых автомобилей в арктических условиях. Локализация производства позволит удешевить стоимость автомобилей и комплектующих. Большинство модулей стали надёжнее и практичнее. Комфорт водителей увеличился во многих аспектах, стало проще управлять автомобилем, множество систем (ABS, ESP и т. д.) способствует этому, обогрев стёкол и салона стал равномернее.

Список литературы

1. Фатихова, Л. Э. Повышение надежности автомобилей КАМАЗ для эксплуатации на Севере / Л.Э. Фатихова, А.Т. Кулаков, Ф.Ф. Фатихов. – OmniScriptum Publishing KS, 2016. – ISBN 978-3-6598-7141-2.
2. Мордашов, Ю. Ф. Устройство автомобилей КАМАЗ : учебное пособие / Ю. Ф. Мордашов, В. Н. Носаков, В. Д. Запойнов. – Нижний Новгород: ВГИПУ, 2010. – 78 с.
3. КАМАЗ-54901. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/КАМАЗ-54901>. – Загл. с экрана (дата обращения 15.10.2024).
4. КАМАЗ 54901. URL: <https://kamaz-tambov.ru/kamaz/sedelnye-tyagachi/54901>. – Загл. с экрана (дата обращения 15.10.2024).
5. Руководство по эксплуатации и Каталоги для а/м КамАЗ. URL: <https://tatrazbor.com/rukovodstvo-po-jekspluatacii-i-katalogi-kama/?ysclid=m29kxabc8zj677858615>. – Загл. с экрана (дата обращения 15.10.2024).
6. КамАЗ 5 поколения, модель 54901. URL: <https://perevozka24.ru/pages/kamaz-5-pokoleniya-model-54901>. – Загл. с экрана (дата обращения 15.10.2024).

References

1. Fatikhova, L. E. Improving the reliability of KAMAZ vehicles for operation in the North / L. E. Fatikhova, A. T. Kulakov, F. F. Fatikhov. – OmniScriptum Publishing KS, 2016. – ISBN 978-3-6598-7141-2.
2. Mordashov, Yu. F. The device of KamAZ vehicles : textbook / Yu. F. Mordashov, V. N. Nosakov, V. D. Zapoinov. Nizhny Novgorod: VGIPU, 2010. – 78 p.
3. KAMAZ-54901. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/KAMAZ-54901>. – Title from the screen (accessed 10/15/2024).
4. KAMAZ 54901. URL: <https://kamaz-tambov.ru/kamaz/sedelnye-tyagachi/54901>. – Title from the screen (accessed 10/15/2024).
5. Operation manual and Catalogs for KAMAZ vehicles. URL: <https://tatrazbor.com/rukovodstvo-po-jekspluatacii-i-katalogi-kama/?ysclid=m29kxabc8zj677858615>. – Title from the screen (accessed 10/15/2024).
6. KamAZ 5th generation, model 54901. URL: <https://perevozka24.ru/pages/kamaz-5-pokoleniya-model-54901>. – Title from the screen (accessed 10/15/2024).

Секция 6. Альтернативные источники энергии на транспорте

DOI: 10.58168/DPIT2024_204-208

УДК 621-621.4

Кораблев Р.А.

канд. с.-х. наук, доцент кафедры организации перевозок и безопасности движения
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Белокуров В.П.

д-р техн. наук, профессор кафедры организации перевозок и безопасности движения
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Бусарин Э.Н.

канд. техн. наук, доцент кафедры организации перевозок и безопасности движения
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Голев А.Д.

канд. техн. наук, доцент кафедры производства, ремонта и эксплуатации машин
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Штепа А.А.

канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры организации перевозок и безопасности движения
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Korablev R.A.

Ph.D. in agricult. sci., associate professor of department of transportation organization and traffic safety,
Voronezh State University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Russian Federation

Belokurov V.P.

Dr. Sci. Tech., professor of department of transportation organization and traffic safety,
Voronezh State University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Russian Federation

Busarin E.N.

Ph.D., associate professor of department of transportation organization and traffic safety,
Voronezh State University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Russian Federation

Golev A.D.

Ph.D., associate professor of production, maintenance and operation of cars, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

Shtepa A.A.

Ph.D., senior lecturer of the department of transportation organization and traffic safety,
Voronezh State University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Russian Federation

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВИДЫ ТРАНСПОРТА И ГОРОДСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

ALTERNATIVE MODES OF TRANSPORT AND URBAN PLANNING

Аннотация. Вопрос энергоэффективности в транспортной системе занимает центральное место в контексте глобальных экологических вызовов и устойчивого развития городов. Рассмотренные меры и рекомендации, направленные на снижение зависимости от автомобилей, использование альтернативных источников энергии и развитие экологически безопасных видов транспорта, подчеркивают необходимость комплексного подхода к транспортному планированию. Успешное применение этих политик требует учета специфики каждого города, включая его топографические, социально-экономические и инфраструктурные особенности. Внедрение устойчивых транспортных решений, таких как использование электрических и гибридных технологий, развитие пешеходных и велосипедных маршрутов, а также интеграция общественного транспорта с новыми энергоэффективными технологиями, позволяет не только сократить негативное воздействие на окружающую среду, но и повысить качество городской среды для населения. Дальнейшее развитие и совершенствование этих подходов является важным шагом на пути к созданию устойчивых городов, гармонизирующих с природой, и решению энергетических проблем будущего.

Ключевые слова: снижение выбросов, автомобиль, альтернативный транспорт.

Abstract. The issue of energy efficiency in the transport system occupies a central place in the context of global environmental challenges and sustainable urban development. The considered measures and recommendations aimed at reducing dependence on cars, the use of alternative energy

sources and the development of environmentally friendly modes of transport emphasize the need for an integrated approach to transport planning. The successful application of these policies requires taking into account the specifics of each city, including its topographical, socio-economic and infrastructural features. The introduction of sustainable transport solutions, such as the use of electric and hybrid technologies, the development of walking and cycling routes, as well as the integration of public transport with new energy-efficient technologies, allows not only to reduce the negative impact on the environment, but also to improve the quality of the urban environment for the population. Further development and improvement of these approaches is an important step towards creating sustainable cities in harmony with nature and solving the energy challenges of the future.

Keywords: emission reduction, car, alternative transport.

После процесса индустриализации использование ископаемого топлива резко возросло. Все страны мира пользовались невозобновляемыми природными ресурсами так, как будто они никогда не иссякнут. Энергетические ресурсы неразумно использовались в целях краткосрочного развития, без ущерба для окружающей среды. Однако последние достижения показывают, что запасы ископаемого углеводородного топлива быстро истощаются [1], и это вынуждает людей переходить на использование альтернативных источников энергии. Учитывая, что невозобновляемые природные ресурсы могут полностью иссякнуть, а также необходимость сохранения природной среды, в XXI веке продолжают усилия по энергосбережению и разработке альтернативных технологий в транспортном секторе.

Транспортный сектор производит 20 % всех парниковых газов. Современные тенденции в транспортной отрасли, такие как отношение к автомобилям и преобладание грузовых перевозок по автомобильным дорогам, создают серьезные проблемы для окружающей среды. В связи с этим все страны принимают меры по повышению энергоэффективности на транспорте [2]. Несмотря на то, что эти усилия пока далеки от создания экологически безопасных видов транспорта, работа по альтернативным источникам энергии на транспорте и распространению экологически безопасных видов транспорта продолжается.

Комплексный подход в планировании помогает решать энергетические проблемы в транспортной сфере. Известно, что железнодорожные и автобусные транспортные системы более энергоэффективны по сравнению с легковыми автомобилями, но зависимость от автомобилей продолжает расти. Поэтому необходимо применять стратегии, которые переведут часть поездок на эти виды транспорта [3]. Существует много проблем из-за несоответствия между планированием землепользования и транспортным планированием. Необходимо, чтобы на этапе планирования принимались решения о землепользовании, направленные на максимальное снижение спроса на поездки. Целостные подходы в городском планировании помогают решать энергетические проблемы в транспорте. Несмотря на то, что известно, что такие транспортные системы, как поезда и автобусы, более энергоэффективны по сравнению с легковым автомобилем, зависимость от автомобилей продолжает увеличиваться. Поэтому необходимо внедрять стратегии, которые перенаправят часть автомобильных поездок на эти виды транспорта. Множество проблем возникает из-за несоответствия между планированием использования земли и транспортным планирова-

нием. На этапе планирования следует принимать решения по использованию земли таким образом, чтобы минимизировать потребность в поездках [4].

Для этого важно уделять больше внимания пешеходному и велосипедному движению в городском транспорте. Необходимо помнить, что пешеходы и велосипедисты играют ключевую роль в создании гармоничного города, дружелюбного к природе. Интересно, что пешеходы и велосипедисты, составляющие основу передвижения, воспринимаются как альтернативные виды транспорта [5]. Сегодня, несмотря на популярность проектов пешеходизации на уровне улиц, в некоторых планах и проектах транспортного развития игнорируется или исключается пешеходное движение, делая его сложным или невозможным и лишая пешеходов привлекательности. Эти критерии также актуальны для экологически чистого велосипедного движения. Например, в некоторых странах Дальнего Востока и в Нидерландах велосипедное движение доступно практически всем. Создавая отдельные велодорожки, велосипед перестаёт быть просто вспомогательным транспортом для общественного транспорта. Использование велосипедов в городском транспорте поощряется, разрабатываются карты транспортных систем и буклеты, показывающие велосипедные маршруты и переходы. В таких проектах по улучшению городской инфраструктуры важную роль играет создание безопасных и удобных велодорожек, которые могут интегрироваться с общественным транспортом. Это позволяет не только облегчить передвижение по городу, но и снизить уровень загрязнения воздуха и шумового загрязнения. В частности, развитие велосипедной инфраструктуры способствует увеличению числа людей, использующих велосипеды как основной вид транспорта, что, в свою очередь, может привести к уменьшению зависимости от автомобилей.

Кроме того, городские власти должны учитывать потребности велосипедистов при планировании новых жилых и коммерческих районов. Это включает в себя проектирование безопасных мест для парковки велосипедов, установку удобных переходов и создание инфраструктуры для аренды велосипедов. Совместные действия различных секторов общества, таких как правительство, бизнес и местные сообщества, необходимы для создания устойчивой транспортной системы, которая поддерживает как пешеходное, так и велосипедное движение.

В итоге, альтернативные виды транспорта, такие как велосипедное движение и общественный транспорт, не только улучшают качество жизни в городах, но и способствуют более устойчивому развитию. Они помогают снизить нагрузку на дороги, уменьшить выбросы углекислого газа и создать более здоровую и комфортную среду для жизни. Поэтому важно продолжать развивать и внедрять такие подходы в городском планировании для достижения этих целей.

Широкое использование основных систем общественного транспорта, которые обеспечат энергоэффективность в сфере перевозок – это путь к решению транспортной проблемы [6]. В наши дни, когда использование личных автомобилей быстро распространяется, применяются стимулирующие политику, шаги, направленные на развитие общественного транспорта. К ним относятся: улучшение физической инфраструктуры общественного транспорта (приоритет автобусов на перекрёстках, выделенные (автобусные) полосы, использование

транспортных средств большой вместимости), улучшение работы операторов общественного транспорта (внедрение экспресс-оплаты, оплаты билетов и усовершенствование системы посадки и высадки), а также снижение стоимости проезда для пользователей общественного транспорта (бесплатный трансфер). Благодаря распространению систем общественного транспорта можно обеспечить наиболее эффективное использование энергии в транспортной сфере.

Политика, разработанная для популяризации общественного транспорта в качестве альтернативы личным автомобилям, демонстрирует различия в зависимости от уровня развития страны, её экономической и социальной структуры.

В последнее время уделяется больше внимания вопросу направления транспортных запросов. В этом контексте в развитых западных странах разрабатываются программы совместного использования автомобилей (карпулинг, каршеринг). Цель программ, направляющих запросы, - сократить использование личных автомобилей. Широкое использование транспортных средств, работающих на полную мощность, предотвращает заторы на дорогах. Таким образом, окружающая среда меньше загрязняется, а энергия используется более эффективно.

Список литературы

1. Experimental Study on the Effects of Hydrogen Injection Strategy on the Combustion and Emissions of a Hydrogen/Gasoline Dual Fuel SI Engine under Lean Burn Condition / S. Pan, J. Wang, B. Liang et al. // *Appl. Sci.* – 2022. – № 12 (20). – 10549. URL: <https://doi.org/10.3390/app122010549> (дата обращения: 01.10.2024).

2. František S. Liquefied petroleum gas as an alternative fuel / S. František, V. Kristián Čulíka, J. G. Rievaja // *Transportation Research Procedia.* – 2019. – Vol. 40. – pp. 537-534. URL: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.076> (дата обращения: 01.10.2024).

3. Passive transport safety based on the calculation of the temperature regimes of brake units taking into account their heat dissipation and thermal resistance to heat dissipation / V.P. Belokurov, S.V. Belokurov, A.A. Shtepa et al. // *Journal of Physics: Conference Series : Current Problems.* – 2021. – 012030. URL: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1902/1/012030> (дата обращения: 01.10.2024).

4. Chemical characteristics of airborne particulate matter near major roads and at background locations in Macao, China / Y. Wu, J. Hao, L. Fu et al. // *Science of the Total Environment.* – 2003. – Vol. 317. – pp. 159-172. URL: [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(03\)00331-0](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(03)00331-0) (дата обращения: 01.10.2024).

5. Albert B. Numerical study of the substitutional diesel fuel energy in a dual fuel diesel-LPG engine with two direct injectors per cylinder / B. Albert // *Fuel Processing Technology.* – 2017. – Vol. 161. – pp. 41-51. URL: <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2017.03.001> (дата обращения: 01.10.2024).

6. Chemical composition of particulate matter from traffic emissions in a road tunnel in xi'an, China / Y. Hao, S. Deng, Y. Yang et al. // *Aerosol and air quality research.* – 2019. – Vol. 19. – pp. 234-246. URL: <https://doi.org/10.4209/aaqr.2018.04.0131> (дата обращения: 01.10.2024).

References

1. Pan S. Experimental Study on the Effects of Hydrogen Injection Strategy on the Combustion and Emissions of a Hydrogen/Gasoline Dual Fuel SI Engine under Lean Burn Condition / S. Pan, J. Wang, B. Liang et al. // *Appl. Sci.* – 2022. – № 12 (20). – 10549. URL: <https://doi.org/10.3390/app122010549> (date of application: 01.10.2024).

2. František S. Liquefied petroleum gas as an alternative fuel / S. František, V. Kristián Čulíka, J. G. Rievaja // *Transportation Research Procedia*. – 2019. – Vol. 40. – pp. 537-534. URL: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.076> (date of application: 01.10.2024).
3. Passive transport safety based on the calculation of the temperature regimes of brake units taking into account their heat dissipation and thermal resistance to heat dissipation / V.P. Belokurov, S.V. Belokurov, A.A. Shtepa et al. // *Journal of Physics: Conference Series : Current Problems*. – 2021. – 012030. URL: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1902/1/012030> (date of application: 01.10.2024).
4. Chemical characteristics of airborne particulate matter near major roads and at background locations in Macao, China / Y. Wu, J. Hao, L. Fu et al. // *Science of the Total Environment*. – 2003. – Vol. 317. – pp. 159-172. URL: [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(03\)00331-0](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(03)00331-0) (date of application: 01.10.2024).
5. Albert B. Numerical study of the substitutional diesel fuel energy in a dual fuel diesel-LPG engine with two direct injectors per cylinder / B. Albert // *Fuel Processing Technology*. – 2017. – Vol. 161. – pp. 41-51. URL: <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2017.03.001> (date of application: 01.10.2024).
6. Chemical composition of particulate matter from traffic emissions in a road tunnel in xi'an, China / Y. Hao, S. Deng, Y. Yang et al. // *Aerosol and air quality research*. – 2019. – Vol. 19. – pp. 234-246. URL: <https://doi.org/10.4209/aaqr.2018.04.0131> (date of application: 01.10.2024).

Секция 7. Перспективные технологии изготовления и упрочнения деталей автомобилей

DOI: 10.58168/DPIITG2024_209-212

УДК 621.793.09

Иванников В.А.

д-р техн. наук, профессор кафедры производства, ремонта и эксплуатации машин ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Ivannikov V.A.

Dr. sci. tech., professor of the department production, repair and operation of cars, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

Бухтояров В.Н.

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры производства, ремонта и эксплуатации машин ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Bukhtoyarov V.N.

Ph.D. sci. tech., associate professor, associate professor of the department of production, repair and operation of cars, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

Голев А.Д.

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры производства, ремонта и эксплуатации машин ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Golev A.D.

Ph.D. sci. tech., associate professor, associate professor of the department of production, repair and operation of cars, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

Крухмалев С.Н.

преподаватель кафедры производства, ремонта и эксплуатации машин ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Krukhmalev S.N.

lecturer of the department of production, repair and operation of cars, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ И ИСПЫТАНИЯ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ВАЛОВ

TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR HARDENING AND WEAR RESISTANCE TESTING OF CAMSHAFTS

Аннотация: Качество упрочняемых деталей, зависит от оснащенности инженерного персонала оборудованием для повышения физико-механических свойств рабочих поверхностей и подтверждения полученных результатов. В статье рассматривается оборудование, позволяющее упрочнять и испытывать на износостойкость рабочие поверхности распределительных валов.

Ключевые слова: плазменное напыление, оснащение, поверхность, износостойкость, распределительный вал

Abstract: The quality of the hardened parts depends on the equipment of the engineering staff with equipment to improve the physical and mechanical properties of the working surfaces and confirm the results obtained. The article discusses equipment that allows strengthening and testing the working surfaces of camshafts for wear resistance.

Keywords: plasma spraying, equipment, surface, wear resistance, camshaft.

Изготовление новых деталей или разработка современных технологий упрочнения рабочих поверхностей требует значительных усилий и времени для проверки, подтверждения и объяснения полученных результатов. Для таких целей используются машины трения разнообразных конструкций, с различными условиями испытаний, имитирующие те или иные условия работы. Часто в научных исследованиях используются серийно выпускаемые стенды.

Но бывают случаи, когда создать условия работы определенного класса деталей является трудной задачей. К числу таких деталей относят распределительные валы. Создать условия их работы является затруднительным [1-3].

На кафедре ПРЭМ ВГЛУТУ была разработана установка для упрочнения и испытания на износ распределительных валов двигателя внутреннего сгорания (рис. 1).

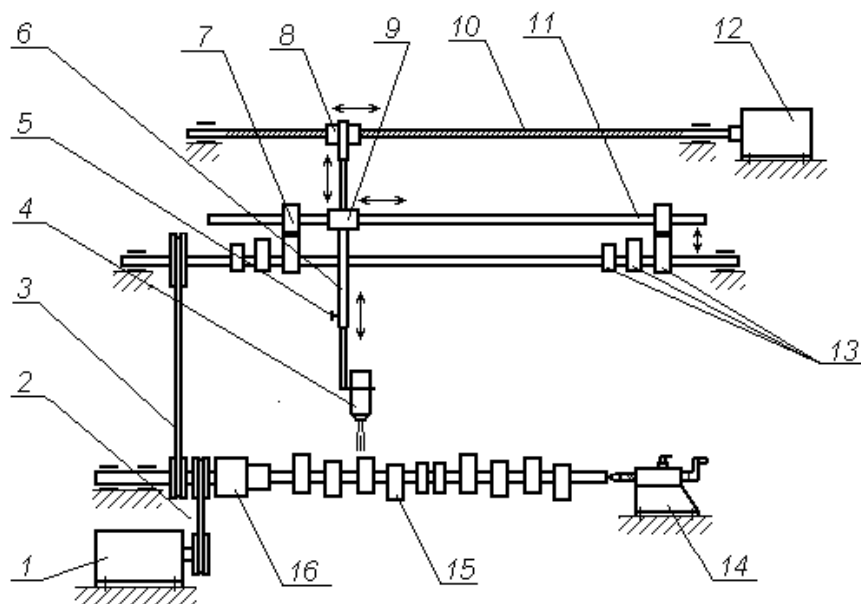


Рисунок 1 – Устройство для напыления и оплавления покрытий на кулачках и опорных шейках распределительного вала

Рассматриваемое устройство позволяет не только наносить плазменные покрытия, но проводить их последующее упрочнение, а именно оплавление плазматроном. Отличительной особенностью является возможность производить данные операции без переустановки. Кроме того, к имеющимся узлам добавляется блок, позволяющий проводить не только упрочнение, но и исследовательскую работу с полученным покрытием. К таким работам, относиться испытание на износостойкость полученных покрытий на кулачках распределительных валов.

Устройство включает в себя следующие основные части: 1 – электродвигатель; 2 – ременная передача; 3 – цепная передача; 4 – плазматрон; 5 – зажим для регулирования дистанции оплавления; 6 – шток крепления плазматрона; 7 – втулка для выбора необходимого кулачка-копира; 8 – винтовая пара для горизонтального перемещения плазматрона; 9 – втулка крепления штока с плазматроном; 10 – штанга вертикального перемещения; 11 – электродвигатель вращения винтовой пары; 12 – кулачки-копиры разных размеров; 13 – задняя бабка для центровки распределительного вала; 14 – распределительный вал; 15 – кулачковый механизм для установки распределительного вала. Привод вращения распределительного вала 14 осуществляется посредством электродвигателя 1 через ременную передачу 2. Деталь 14 удерживается задней бабкой 13 и механизмом 15. Вращение кулачков-копиров 12 осуществляется с помощью цепной передачи 3. Втулки 7 позволяют менять копиры-кулачки. Положение (дистанция) плазматрона 4 регулируется с помощью штанги 10, втулки 9, штока 6 и зажима 5. В горизонтальном

положении плазматрон перемещается с помощью электродвигателя 11 и винтовой пары 8 [4]. Управление электродвигателями осуществляется с помощью электрической схемы (на рис. 1 не показана). Данное управление позволяет обеспечивать необходимую траекторию движения плазматрона.

Устройство для испытания кулачков распределительного вала на износостойкость представлено на рис. 2.

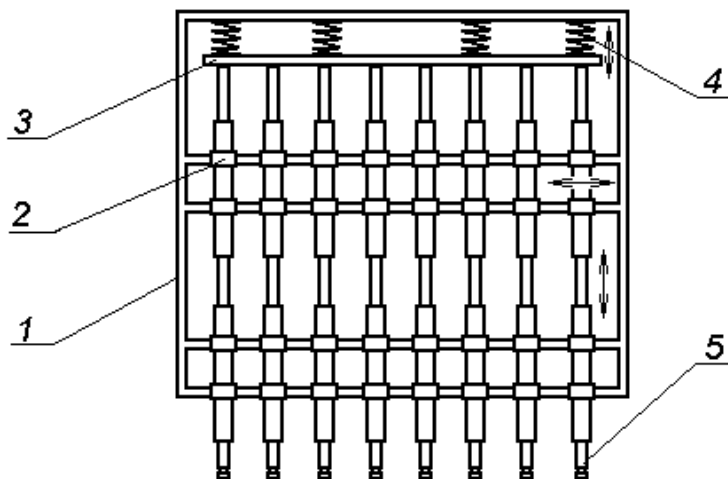


Рисунок 2 – Устройство для испытания кулачков распределительного вала на износостойкость

Данный механизм крепится к устройству для нанесения покрытия представленного на рисунке 1. Оно включает в себя раму 1, в направляющие, которой установлены втулки 2. Данные детали (втулки 2) перемещаются по направляющим в продольном направлении. Штоки 5 перемещаются по кулачкам создавая нагрузку. Основную нагрузку создают пружины 4 установленный на планки 3. Данная нагрузка может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от количества пружин, установленных на планку 3. Кроме того используя жесткость пружин сжимая их нагрузка так же увеличивается. В процессе эксперимента усилие на каждом кулачке подбирается экспериментально. Усилие выбирается на основе того, какой распределительный вал, какого двигателя будет испытываться (модель), создав условия его работы в реальных условиях [4].

Нагрузка, создаваемая на кулачки испытываемой детали, определяется с помощью тарировочных линеек. Для того чтобы создать условия работы кулачков распределительных валов, близкие к реальным, в зону трения подается смесь масла с абразивным материалом. Концентрация абразива, его фракционный состав определяется условиями эксплуатации двигателя, из которого берётся вал. А также зависит от скорости проводимых испытаний. Чем больше абразивного материала, тем быстрее стендовые испытания. Подача смеси осуществляется самотеком.

В современных условиях разработка нового оборудования, позволяет сократить время на проектирование и ремонт изделий, за счет снижения времени проверки результатов применения той, или иной технологии [5-7].

Данное оборудование будет полезно для изучения закономерностей изнашивания кулачковых валов, а также позволит восстановить и упрочнить детали плазменными технологиями [8].

Список литературы

1. Бардадып И. А., Байдаков Е. М. Основные критерии выбора технологического способа восстановления рабочих поверхностей распределительных валов двигателей внутреннего сгорания // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. 2005. № 1(4). с. 119–124.
2. Перспективы применения метода электроконтактной приварки для восстановления деталей типа «вал» широкого диапазона размеров / А. И. Фомин, В. В. Власкин, А. Н. Зозин, В. А. Кузьмин // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : межвуз. сб. науч. тр. Саранск, 2016. с. 368–371.
3. Латыпов Р. А., Агеев Е. В., Латыпова Г. Р. Восстановление распределительного вала дизельного двигателя // Современные материалы, техника и технологии. 2016. № 2 (5). С. 146–150.
4. Кадырметов А. М., Мирзеханов Р. В., Бухтояров В. Н. Восстановление и упрочнение сложнопрофильных поверхностей // Воронежский научно-технический Вестник. 2018. Т. 1. № 1 (23). с. 4-8.
5. Апсин В. П., Богодухов С. И., Хасанов Р. Х. Исследование износостойкости кулачков распределительных валов: методическое руководство к лабораторной работе. Оренбург: ИПК ОГУ, 2001. 29 с.
6. Балюк Б. К., Божко А. Е. Надежность механизмов газораспределения быстроходных дизелей. М.: Машиностроение, 1979. 156 с.
7. Соснин Н. А. Пламенные технологии. Руководство для инженеров / Н. А. Соснин, С. А. Ермаков, П. А. Тополянский. СПб : Изд-во Политехн. ун-та, 2008. 406 с.
8. Бухтояров В. Н. Технология восстановления цилиндрических поверхностей валов плазменным напылением с одновременным оплавлением выносной модулируемой дугой (на примере коленчатого вала) : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.03.01 / Бухтояров В. Н. Воронеж, 2003. 16 с.

References

1. Bardadyp I. A., Baidakov E. M. The main criteria for choosing a technological method for restoring the working surfaces of camshafts of internal combustion engines // Design, use and reliability of agricultural machinery. 2005. No. 1(4). pp. 119-124.
2. Prospects for the application of the electrocontact welding method for the restoration of "shaft" type parts of a wide range of sizes / A. I. Fomin, V. V. Vlaskin, A. N. Zozin, V. A. Kuzmin // Energy-efficient and resource-saving technologies and systems : interuniversity collection of scientific works. Saransk, 2016. pp. 368-371.
3. Latypov R. A., Ageev E. V., Latypova G. R. Restoration of the camshaft of a diesel engine // Modern materials, equipment and technologies. 2016. No. 2 (5). pp. 146-150.
4. Kadyrmetov A. M., Mirzekhanov R. V., Bukhtoyarov V. N. Restoration and hardening of complex profile surfaces // Voronezh Scientific and Technical Bulletin. 2018. Vol. 1. No. 1 (23). pp. 4-8.
5. Apsin V. P., Bogodukhov S. I., Khasanov R. H. Study of the wear resistance of camshafts: A methodological guide to laboratory work. Orenburg: IPK OSU, 2001. 29 p.
6. Balyuk B. K., Bozhko A. E. Reliability of gas distribution mechanisms of high-speed diesels. Moscow: Mechanical Engineering, 1979. 156 p.
7. Sosnin N. A. Flame technologies. Handbook for engineers / N. A. Sosnin, S. A. Ermakov, P. A. Topolyansky. St. Petersburg : Publishing House of the Polytechnic University, 2008. 406 p.
8. Bukhtoyarov V. N. Technology of restoration of cylindrical surfaces of shafts by plasma spraying with simultaneous melting by an external modulated arc (using the example of a crankshaft) : Abstract. Candidate of Technical Sciences: 03/05/2011 / Bukhtoyarov V.N. Voronezh, 2003. 16 p.

Секция 8. Современные неразрушающие методы диагностики агрегатов и систем автомобилей

DOI: 10.58168/DPIIT2024_213-216

УДК 629.11

Дорохин С.В.

д-р. техн. наук, профессор кафедры автомобилей и сервиса ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Dorokhin S.V.

Dr. Sci. Tech., professor of the department of vehicles and service, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

Рудь В.А.

студент 2 курса магистратуры ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Rud' V.A.

2nd year student of the Master's degree, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation

ОЦЕНКА ВАЖНОСТИ КОНТРОЛЯ ДАВЛЕНИЯ В ШИНАХ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

ASSESSMENT OF THE IMPORTANCE OF TIRE PRESSURE MONITORING IN THE FAR NORTH

Аннотация. В статье описаны и проанализированы наиболее распространенные системы для мониторинга давления в шинах грузовых транспортных средств, что является немаловажным мероприятием в условиях Крайнего Севера. Такие системы служат для предупреждения об опасном отклонении давления в шинах от нормы, предотвращая преждевременный износ шин и способствуя экономии топлива. Представлены описания систем прямого и косвенного измерения давления в шинах и особенности их эксплуатации.

Ключевые слова: контроль давления; шина; система контроля; косвенное измерение; прямое измерение давления.

Abstract. The article presents methods for monitoring tire pressure in freight vehicles, which is relevant in the conditions of the Far North. Such systems serve to warn of a decrease in tire pressure, which increases their service life and reduces fuel consumption. Descriptions of systems for direct and indirect tire pressure measurement and features of their use are presented.

Keywords: pressure monitoring; tire; monitoring system; indirect measurement; direct pressure measurement

В экстремальных погодных условиях Крайнего Севера необходимо уделять особое внимание на техническое состояние транспортных средств, обеспечивающих сообщение между населенными пунктами. Важность контроля давления в шинах грузовых транспортных средств в этих условиях не может быть недооценена, поскольку неправильное давление в шинах может привести к серьезным последствиям и снизить уровень безопасности на дорогах.

Первым и наиболее очевидным последствием неправильного давления в шинах является увеличение риска проколов. В условиях Крайнего Севера, где дороги могут быть покрыты льдом и снегом и коэффициент сцепления шин с дорогой снижается, прокол шины может привести к аварии и серьезным травмам ввиду ухудшения управляемости автомобиля. Поэтому важно регулярно

проверять давление в шинах и поддерживать его в соответствии с рекомендациями производителя [1].

Кроме того, неправильное давление в шинах может привести к неравномерному износу шин, что уменьшает их срок службы и может повлечь за собой дополнительные расходы на замену. В условиях Крайнего Севера, где доступ к сервисному оборудованию может быть ограничен, такие проблемы могут затруднить транспортные перевозки и повлечь за собой дополнительные затраты.

Более того, неправильное давление в шинах может привести к увеличению топливного расхода. При недостаточном давлении шины трение на дороге увеличивается, что приводит к повышенному расходу топлива. В условиях Крайнего Севера, где цены на топливо могут быть высокими, это может стать серьезной проблемой для владельцев грузовых транспортных средств.

Системы контроля давления в шинах могут быть двух типов: системы косвенного измерения давления и прямого измерения давления.

Система косвенного измерения давления включает в себя программное расширение блока управления системы ABS и имеет упрощенную конструкцию. Данная система измеряет угловую скорость вращения колеса и сравнивает ее с заданными показателями. Если колесо спущено, то его угловая скорость снижается, о чем система подает сигнал. Результаты измерения таких систем являются приблизительными, так как она не предусматривает прямого измерения давления, а передает результаты на основании расчетов [2].

В системах прямого измерения давления предусмотрены датчики, обеспечивающие передачу информации о давлении в колесах транспортного средства. Дееспособность таких систем обеспечивают следующие элементы:

- Датчики давления, температуры;
- Электронная система измерения и управления;
- Аккумулятор;
- Передающая антенна;
- Приемная антенна;
- Блок управления;
- Дисплей.

Такая система собирает данные о каждом колесе транспортного средства. Сигнал о давлении в шинах поступает каждую минуту. Аккумуляторы в таких системах имеют срок эксплуатации от трех до семи лет.

При получении сигнала блок управления сравнивает полученные параметры с установленной нормой. Если отклонение превышает норму, подается сигнал. Данные системы оценивают, как незначительные, так и сильные изменения давления в шинах. В некоторых системах завод-изготовитель самостоятельно вносит данные о рекомендуемых параметрах.

Американской компанией TRW Automotive Holdings Corp была разработана система TPMS (Tire Pressure Monitor System), которая может быть установлена как на легковые, так и на грузовые транспортные средства. Эта система является гибридной и работает с системами датчиков давления и температуры в шинах, которые взаимодействуют с ABS, ESC и датчиками скорости вращения

колес. Система сразу позволяет определить, в каком колесе давление отклоняется от нормы [3].

Также существует относительный метод измерения давления в шинах. В системах, работающих по этому методу, датчики измеряют скорость вращения всех колес автомобиля. Система вычисляет среднюю скорость вращения и в дальнейшем сравнивает с ней получаемые параметры. В случае отклонения значения в отдельном колесе система передает сообщение об опасном отклонении давления в нем. Но при эксплуатации такой системы является невозможной оценка параметров всех колес в комплексе.

На автомобилях КАМАЗ используется система прямого измерения ContiPressureCheck, которая помимо основных элементов предусматривает передачу данных в режиме реального времени через ПО для мониторинга транспорта.

В настоящее время системы прямого измерения давления в шинах имеют свои недостатки. Например, корректное измерение давления в шинах значительно затрудняется в таких ситуациях:

- Движение транспортного средства на высоких либо низких скоростях;
- Некорректная настройка системы после замены шин;
- Скользкое дорожное покрытие, плохое состояние дорожного полотна;
- Резкие маневры (ускорение, торможение, поворот);
- Превышение значений температуры заданного диапазона действия систем;
- Эксплуатация шин разных размеров.

Одна из возможных проблем в процессе эксплуатации систем контроля давления в шинах – это подверженность корпусов датчиков коррозии. Поэтому при демонтаже датчиков может произойти повреждение корпуса.

Однако использование таких систем способствует экономии топлива: по данным исследований специалистов Giti Tire, концерна по производству автомобильных шин, снижение давления в каждой шине на 10% приводит к снижению экономии топлива на 1%. Наравне с этим контроль давления в шинах способствует увеличению срока эксплуатации шин на 25%, обеспечивает стабильную управляемость автомобиля и улучшает сцепление колес с дорогой [3].

На данный момент наибольшее развитие получают системы прямого измерения давления ввиду их большей точности.

Регулярная проверка давления в шинах и поддержание его в соответствии с рекомендациями производителя помогает избежать серьезных проблем и минимизировать расходы. Владельцам грузовых транспортных средств следует уделить особое внимание этому аспекту, чтобы обеспечить надежность и безопасность своих перевозок в условиях Крайнего Севера.

Список литературы

1. Вахламов В.К. Техника автомобильного транспорта: подвижной состав и эксплуатационные свойства. М.: Академия, 2004. 521 с.
2. Конструкция автомобиля. Шасси: учебник для студ. вузов / Н.В. Гусаков [и др.]; под ред. А.Л. Карунина. М.: МГТУ, 2000. 527 с.

3. Колбасов А.Ф. Способы контроля давления воздуха в автомобильной шине. Сочи: Сочинский государственный университет, 2014, 177 с.

References

1. Vakhlamov V.K. Motor transport technology: rolling stock and operational properties. Moscow: Akademiya, 2004. 521 p.
2. The design of the car. Chassis: a textbook for students of universities / N.V. Gusakov [et al.]; edited by A.L. Karunin. M.: MSTU, 2000. 527 p.
3. Kolbasov A.F. Methods of controlling air pressure in a car tire. Sochi: Sochi State University, 2014, 177 p.

Исанбердин И.Р.

аспирант, мл. науч. сотр. НОЦ Башкирского государственного аграрного университета, РФ

Неговора А.В.

д-р. техн. наук, профессор кафедры мобильных энергетических и транспортных средств Башкирского государственного аграрного университета, РФ

Козеев А.А.

канд. техн. наук, доцент кафедры мобильных энергетических и транспортных средств Башкирского государственного аграрного университета, РФ

Isanberdin I.R.

postgraduate student, junior researcher SEC of Bashkir State Agrarian University, Russian Federation

Negovora A.V.

Dr. of Technical Sciences, Professor of the department mobile energy and transport facilities of Bashkir State Agrarian University, Russian Federation

Kozeev A.A.

Ph.D, associate professor of mobile energy and transport vehicles, Bashkir State Agrarian University, Russian Federation

ОПЕРАТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ БАЛЛОНОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ЗАПРАВКЕ НА АГНКС

OPERATIONAL CONTROL OF THE TECHNICAL CONDITION OF HIGH-PRESSURE AUTOMOBILE CYLINDERS DURING REFUELING AT CNG STATIONS

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные неисправности газобаллонного оборудования автомобилей, работающих на компримированном природном газе.

Ключевые слова: газомоторное топливо, газобаллонное оборудование, вентиль баллона высокого давления, соленоид, штекер соленоида, сердечник клапана.

Abstract. This article discusses the main malfunctions of the gas cylinder equipment vehicles running on compressed natural gas.

Keywords: gas engine fuel, gas cylinder equipment, high pressure cylinder valve, solenoid, solenoid plug, valve core.

Надежность работы узлов и агрегатов газобаллонного оборудования транспортного средства влияет на работоспособность автомобиля и во многом определяет технико-экономические показатели его работы [1]. В процессе эксплуатации газомоторных автомобилей все элементы газобаллонного оборудования подвержены высоким нагрузкам и различным внешним воздействиям окружающей среды [2]. Отказ любого из них в процессе эксплуатации, приводит к простоям, не запланированному ремонту, поэтому есть необходимость их постоянной проверки в процессе эксплуатации.

Опыт эксплуатации газомоторной техники в Башкирских отделениях Службы по благоустройству г. Уфы показывает, что достаточно часто отказы исполнительных механизмов газобаллонного оборудования связаны с неблагоприятными условиями эксплуатации и воздействием окружающей среды. Например, в процессе эксплуатации автомобилей КамАЗ с коммунальным оборудованием выявлено частое снижение таких эксплуатационных характеристик как запас хода автомобиля на линии или заправочный объем баллонов высокого давления.

Анализ перечня ремонтных операций, выполняемых при устранении данных отказов, позволил выявить наиболее распространенные неисправности газобаллонного оборудования:

- разрушение обмотки соленоида электромагнитного клапана вентиля;
- окисление контактов штекера питания соленоида;
- потеря подвижности сердечника электромагнитного клапана вентиля.



а

б

в

а) разрушение соленоида; б) замыкание штекера питания; в) загрязнение сердечника клапана
Рисунок 1 – Неисправности электромагнитного клапана вентиля

Во время работы транспортного средства происходит нагрев соленоида электромагнитного клапана, а постоянные перепады температуры разрушают герметичность корпуса, при этом частое воздействие грязи и влаги способствует появлению неисправности в виде обрыва или замыкания обмотки (рис. 1а). При этом в силу конструктивных особенностей вентиля баллон продолжает заполняться газом, но на расход газа не происходит [3, 4]. При этом при нагреве баллона в процессе эксплуатации давление в нем может превысить критическое значение, что приводит к срабатыванию предохранительного клапана [5, 6].

Различному разрушающему воздействию подвержены штекеры питания соленоидов. Обнаружено, что наиболее частой причиной возникновения их неисправности является окисление контактов из-за воздействия влаги, реже – замыкание обмотки соленоида из-за перегрева. Разгерметизация штекера способствует появлению окисления в контактах, что со временем приводит к обрыву цепи [7]. При замыкании обмотки соленоида происходит расплавление штекера и электропроводки цепи питания, что приводит к перегоранию предохранителя и остановке транспортного средства (рис. 1б).

Во процессе эксплуатации транспортного средства в баллонах высокого давления происходит накопление масла, поступающего от компрессора АГНКС в процессе заправки. Масло, накопившееся в баллоне, распространяется по каналам газобаллонного оборудования, что приводит к отказам отдельных агрегатов (рис. 1в). Например, масло, при попадании в механизм электроклапана затрудняет или ограничивает движение якоря, что приводит к его блокировке, в следствие чего клапан не открывается и по факту, баллон исключается из системы хранения топлива.

Выявленные неисправности чаще встречаются в кассете с баллонами, расположенными вдоль рамы автомобиля, в основном в осенний или весенний

период. Эксплуатация транспортного средства даже с одной из вышеперечисленных неисправностей приводит к снижению заправочного объема газа, запаса хода, а также срабатыванию предохранительного клапана вентиля баллона высокого давления.

Известно, что во время заправки транспортного средства газ, сжимаемый компрессором АГНКС, нагревается, во время течения газа по соединениям и трубкам происходит нагрев от трения, а при поступлении в баллон высокого давления происходит его расширение и незначительное снижение температуры, в том числе из-за отдачи тепла в лейнер баллона высокого давления.

Для определения фактических значений температуры лейнера баллонов были проведены замеры во время заправки автомобиля КамАЗ 65115 зимнее и летнее время года (табл. 1).

Таблица 1 – Фактические значения температуры лейнера баллона при заправке

Температура баллона до заправки, T_0 , °С	Температура баллона после заправки, T_1 , °С	Изменение температуры, ΔT , °С	Начальное давление P_n , МПа	Конечное давление P_k , МПа
24	40	14	3,5	19,7
21	41	20	2,1	19,5
20	38	18	2,6	19,3
-16	-2	14	3,2	19,6
-22	-10	12	3,7	19,7
-26	-15	9	4,3	19,7

С учетом полученных данных на кафедре Мобильных энергетических и транспортных средств Башкирского ГАУ был предложен способ оперативного контроля технического состояния автомобильных баллонов высокого давления при заправке транспортного средства на АГНКС.

Для оперативного контроля технического состояния вентиля баллона высокого давления (рис. 2) применен блок управления 1, датчики температуры 2.



Рисунок 2 – Метод контроля технического состояния вентиля баллона высокого давления

Питание устройства осуществляется от бортовой сети транспортного средства 24В. Блок управления устанавливается на панель приборов транспортного средства, датчики температуры устанавливаются на горловину баллонов на металлическую поверхность. Сжатый газ, нагретый компрессором АГНКС поступающий в баллон передает часть тепла на лейнер баллона во время заправки. Устройство 1, определяет начальную и конечную температуру лейнера при помощи датчики температуры 2. Блок управления 1 имеет индикаторные лампы, на котором отображаются результаты измерений после окончания заправки. Если разница температуры менее 6 °С, то загорается красный сигнал, если более, то загорается синий сигнал.

Как известно расход газа с баллона не осуществляется при отказе соленоида, штекера, блокировке якоря клапана. Таким образом во время заправки в баллон не поступает компримированный природный газ, т.к. не было расхода, соответственно температура лейнера останется изначальной.

Разработанное нами способ позволяет произвести оперативный контроль технического состояния автомобильных баллонов высокого давления при заправке на АГНКС.

Список литературы

1. Васенин А. С., Шумков А. Г. Анализ методик диагностики топливной системы двигателя КамАЗ 820.61–260 // Молодой ученый. 2016. № 15 (119). С. 163–166.
2. Александрова А.А., Маркова В.А. Альтернативные топлива для двигателей внутреннего сгорания. – М.: ООО НИЦ «Инженер», ООО «Онико», 2012.
3. ГОСТ Р 51753–2001. Баллоны высокого давления для сжатого природного газа, используемого в качестве моторного топлива на автомобильных транспортных средствах. Общие технические условия. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200012999> (дата обращения: 04.08.2024).
4. РД 03112194-1095–03. Руководство по организации эксплуатации газобаллонных автомобилей, работающих на компримированном природном газе. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200034846> (дата обращения: 05.08.2024).
5. Васенин А. С., Шумков А. Г. Обзор неисправностей, возникающих при эксплуатации двигателя внутреннего сгорания, использующего в качестве топлива компримированный природный газ // Молодой учёный. № 27 (131). Декабрь 2016.
6. Неговора А. В., Башаров Т. Р., Исанбердин И. Р. Методика проверки электромагнитной газовой форсунки // Материалы 74-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ. Уфа, 2023. С. 237.
7. Gabitov I. I., Saifullin R. N., Farhshatov M. N. et al. Hardening of electrohydraulic injectors valve units of diesels at repair // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2018. Т. 13. № S8. С. 6478–6486.

References

1. Vasenin A. S., Shumkov A. G. Analysis of diagnostic methods for the fuel system of the KamAZ engine 820.61–260 // A young scientist. 2016. № 15 (119). Pp. 163-166.
2. Alexandrova A.A., Markova V.A. Alternative fuels for internal combustion engines. M.: LLC SIC "Engineer", LLC "Oniko", 2012.
3. GOST R 51753-2001. High-pressure cylinders for compressed natural gas used as motor fuel on motor vehicles. General technical conditions. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200012999> (date of application: 08/04/2024).
4. RD 03112194-1095-03. Manual for the organization of operation of gas-cylinder cars running on compressed natural gas. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200034846> (date of reference: 08/05/2024).
5. Vasenin A. S., Shumkov A. G., Review of malfunctions that occur during operation of an internal combustion engine using compressed natural gas as fuel // Young Scientist. № 27 (131). December 2016.
6. Negovora A. V., Basharov T. R., Isanberdin I. R. Method of checking an electromagnetic gas nozzle // Materials of the 74th scientific and technical conference of students, postgraduates and young scientists of USPTU. Ufa, 2023. p. 237.
7. Gabitov I. I., Saifullin R. N., Farhshatov M. N. et al. Hardening of electrohydraulic injectors valve units of diesels at repair / Journal of Engineering and Applied Sciences. 2018. vol. 13. No. S8. pp. 6478-6486.

Швырёв А.Н.

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры
производства, ремонта и эксплуатации машин,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Швырёв С.А.

студент автомобильного факультета,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Латынин А.В.

канд. техн. наук, доцент кафедры производства,
ремонта и эксплуатации машин,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Астахова Е.А.

студент автомобильного факультета,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Shvyriov A.N.

Ph.D. Sci. Tech., associate professor of production,
repair and operation of cars, Voronezh State University of
Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,
Russian Federation

Shvyriov S.A.

student of the automotive faculty, Voronezh State
University of Forestry and Technologies named after
G.F. Morozov, Russian Federation

Latynin A.V.

Ph.D. Sci. Tech., associate professor of production,
repair and operation of cars, Voronezh State University of
Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,
Russian Federation

Astakhova E.A.

student of the automotive faculty, Voronezh State
University of Forestry and Technologies named after
G.F. Morozov, Russian Federation

ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

FEATURES OF SEASONAL CAR OPERATION WITH HYDRAULIC DRIVE

Аннотация. В статье приводится краткое описание классификации объемных гидроприводов. Рассмотрены достоинства и недостатки гидроприводов. Предлагается методика бесконтактного (дистанционного) определения качества рабочей жидкости (гидравлического масла) гидросистемы. Проведены исследования, имитирующие работу объемного гидравлического привода в разных сезонных условиях.

Ключевые слова: гидропривод, температура, механические примеси, неисправность, гидравлическое масло, износ.

Abstract. The article provides a brief description of the classification of volumetric hydraulic drives. The advantages and disadvantages of hydraulic drives are considered. The method of non-contact (remote) determination of the quality of the working fluid (hydraulic oil) of the hydraulic system is proposed. Studies have been conducted simulating the operation of a volumetric hydraulic drive in different seasonal conditions.

Keywords: hydraulic drive, temperature, mechanical impurities, malfunction, hydraulic oil, wear.

Специальный автомобильный транспорт предназначен для выполнения узкоспециализированных видов работ. Для лесной отрасли такими автомобилями являются в основном харвестеры и форвардеры, выполненные на базе тракторов или автомобилей. Такие автомобили имеют в своей конструкции навесное оборудование, которое выполняет специальные функции по заготовке и транспортировке древесины. В большинстве случаев такое навесное оборудование является гидравлическим, т.е. рабочие органы приводятся в действие с помощью движущихся гидравлических жидкостей (масел) [1]. В свою очередь гидравлический привод разделяется на гидродинамический и объемный.

Наибольшее распространение в технике получил объемный гидропривод, который использует объемные гидромашины (насосы и гидродвигатели). Такими машинами являются машины, при работе которых происходит попеременное заполнение и вытеснение гидравлической жидкостью рабочей камеры гидромашины. Классификация объемных гидроприводов приводится на рис. 1.

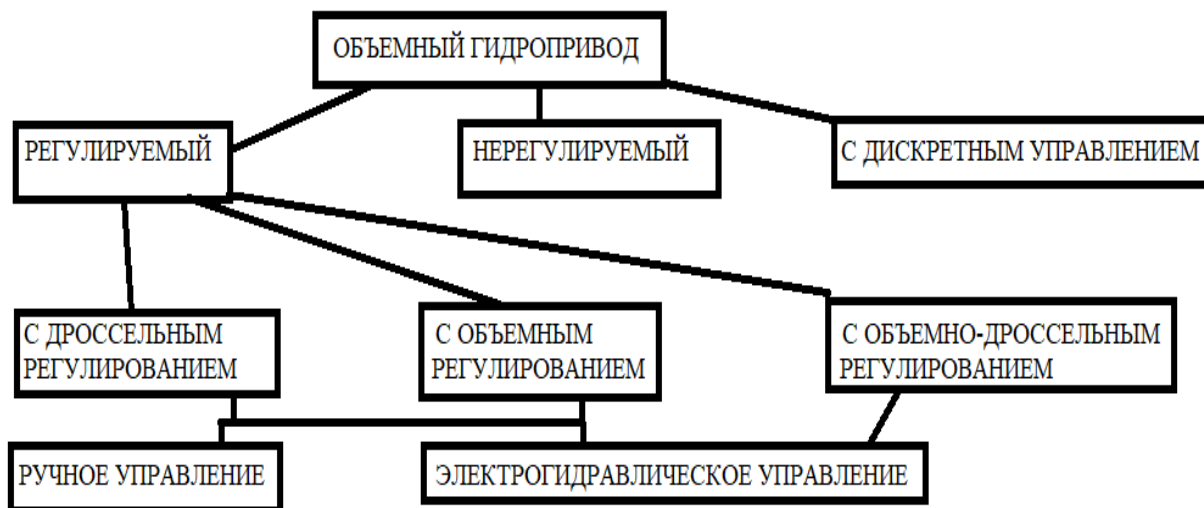


Рисунок 1 – Классификация объемных гидроприводов

Использование объемного гидропривода позволяет установленному на автомобиле манипулятору обеспечить перемещение больших грузов с малыми скоростями перемещения.

В результате оснащения автомобилей навесным оборудованием при проектировании применяются следующие варианты компоновки гидросистемы (рис. 2).

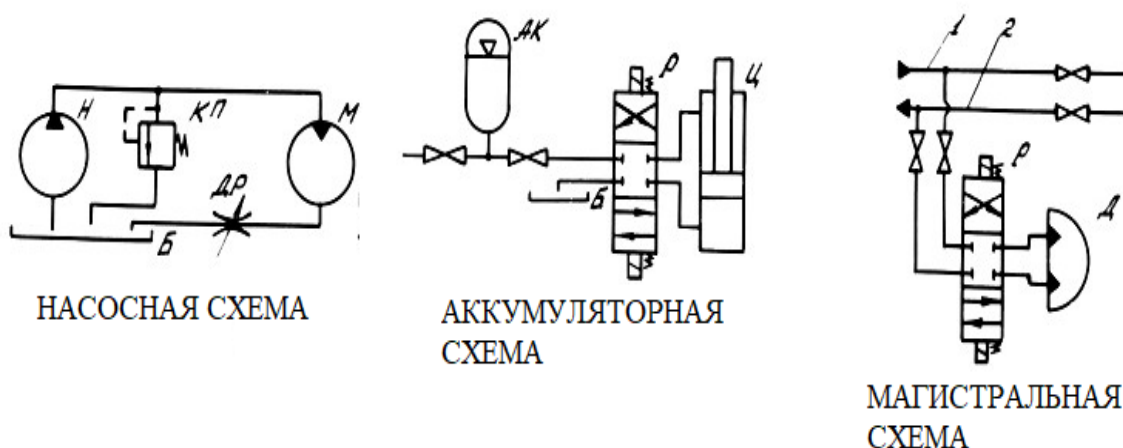


Рисунок 2 – Варианты компоновки

Объемный гидропривод позволяет обеспечить быстродействие системы и дает возможность практически мгновенного реверсирования, снизить массу и габариты и компактного расположения оборудования. Объемный гидропривод

значительно сокращает кинематику оборудования и обеспечивает плавное бесступенчатое регулирование скорости выходных звеньев рабочих органов, обладает большим, по сравнению с механическими передачами, передаточными отношениями.

Применение гидравлического привода позволяет легко преобразовать вращательное движение двигателя автомобиля в поступательное движение рабочих органов; одновременное выполнение нескольких задач за счет деления мощности гидропривода. Простота управления гидроприводом дает возможность автоматизированного дистанционного управления рабочими органами. Высокая степень надежности гидропривода обеспечивается за счет простоты предохранительных устройств. Унификация гидравлического оборудования дает возможность облегчить процесс проектирования гидропривода, а использование гидравлических масел позволяет использовать явление самосмазывания. К недостаткам гидроприводов можно отнести зависимость рабочих характеристик гидравлических масел от изменений вязкости, наличия воздушных включений, обеспечивающих срыв подачи, возможности возникновения утечек и соответственно падения КПД. Также к недостаткам гидроприводов относится высокая точность изготовления отдельных элементов гидропривода, сложность монтажа, эксплуатации и ремонта, высокую стоимость.

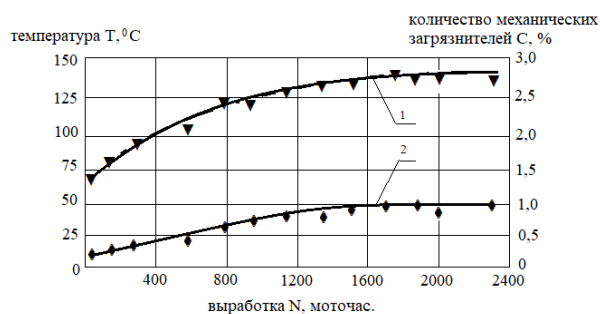
С целью повышения безаварийной работы гидропривода предлагается методика бесконтактного (дистанционного) определения качества рабочей жидкости (гидравлического масла) гидросистемы. Для этих целей были проведены ряд исследований, имитирующих работу объемного гидравлического привода в разных сезонных условиях. Исследования проводились на образцах гидравлического масла МГ-30, соответствующего ГОСТ 17479.3-85. Для проведения экспериментальных исследований применяется эмиссионный спектральный анализ масла. Применение многоканальной фотометрической системы МФС-7 позволяет определить количество механических примесей (металлов), являющимися продуктами износа деталей машин, а также абразивных частиц внешнего загрязнителя (в основном кремния), в составе гидравлических масел.

При анализе масла определяются следующие параметры:

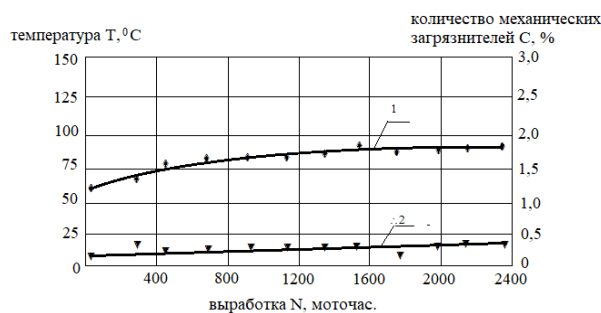
- вязкость;
- температура вспышки;
- капельная проба;
- содержание воды;
- механические примеси;
- содержание металлов.

Для выполнения эксперимента по определению посезонной зависимости изменения температуры масла в гидросистеме в силовые узлы гидростатической трансмиссии лесозаготовительной техники были установлены датчики температуры [7-9].

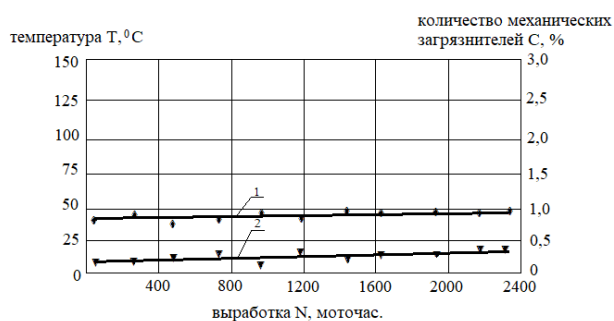
Результаты проведенного экспериментального исследования зависимости степени нагрева трансмиссионного масла, от количества механических загрязнителей и их накопления, в зависимости от выработки, представлены на рис. 2 в виде следующих зависимостей.



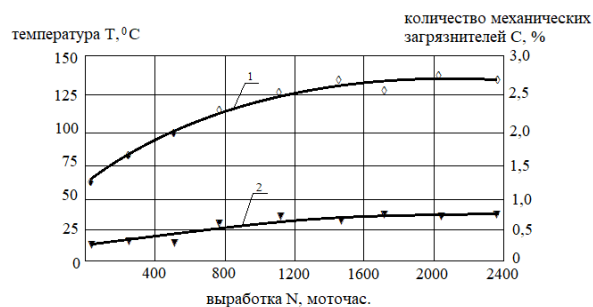
а) летний период



б) осенний период



в) зимний период



г) весенний период

1 – температура масла в гидроморе; 2 – концентрация механических примесей.

Рисунок 3 – Зависимость степени нагрева гидравлического масла от количества механических загрязнителей и их накопление в зависимости от выработки

В заключение следует отметить, что использование метода опережающего вывода из эксплуатации дефектных узлов, основанием для которого являются результаты тепловой диагностики, может значительно повысить надежность всей машины в целом, обеспечить ее безопасное эксплуатирование и существенно сократить потери ресурсов.

Список литературы

1. Анискин, Л.Г. Зимняя эксплуатация автомобилей / Л.Г. Анискин. – Челябинск, 1976. – С. 50-58.
2. Бакуревич, Ю.А. Эксплуатация автомобиля на Севере / Ю.А. Бакуревич, С.С. Толкачев, Ф.Н. Шевелев. – М.: Транспорт, 1973. – 180 с.
3. Ананьин, А.Д. Диагностика и техническое обслуживание машин / А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов. – М.: Академия, 2008. – 432 с.
4. Бережнов, Н.Г. Основы эксплуатации машинно-тракторного парка в зимних условиях / Н.Г. Бережнов. – Барнаул: Алт. СХИ, 1975. – 210 с.
5. Автомобили / А.В. Богатырев, Ю.К. Есеновский-Лашков, М.Л. Насоновский, В.А. Чернышев; под ред. А.В. Богатырева. – М.: КолосС, 2004. – 496 с.
6. Гуревич, А.М. Тракторы и автомобили / А.М. Гуревич – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1983. – 336 с.
7. Картошкин, А.П. Особенности эксплуатации тракторов в условиях Северо-Западного региона / А.П. Картошкин, С.В. Любимов // Вестн. Моск. гос. аграр. ун-та им. В.П. Горюхиной. – 2010. – № 1. – С. 17-19.

8. Блох, А.Г. Основы теплообмена излучением / А.Г. Блох. – М.: Госэнергоиздат, 1962. – С. 19-25.
9. Разяпов, М.М. Повышение работоспособности агрегатов трансмиссии автотракторной техники в условиях низких температур: автореф. дис. ... канд. техн. наук / М.М. Разяпов. – Уфа, 2013. – 16 с.
10. Тепловой неразрушающий контроль как способ определения скрытых дефектов узлов машин / А.В. Латынин, А.Н. Швырев, М.А. Никулин, О.С. Гаркуша // Инновационные технологии на автомобильном транспорте: Материалы Всероссийской научно-технической конференции. Воронеж, 2021. С. 77-79.
11. Обоснование выбора перспективных схем теплового контроля при обнаружении скрытых дефектов / А.В. Латынин, А.Н. Швырев, М.А. Никулин, О.С. Гаркуша // Инновационные технологии на автомобильном транспорте: Материалы Всероссийской научно-технической конференции. Воронеж, 2021. С. 80-82.

References

1. Aniskin, L.G. Winter operation of cars / L.G. Aniskin. Chelyabinsk, 1976. pp. 50-58.
2. Bakurevich, Yu.A. Car operation in the North / Yu.A. Bakurevich, S.S. Tolkachev, F.N. Shevelev. M.: Transport, 1973. 180 p.
3. Ananyin, A.D. Diagnostics and maintenance of machines / A.D. Ananyin, V.M. Mikhlin, I.I. Gabitov. M.: Academy, 2008. 432 p.
4. Berezhnov, N.G. Fundamentals of operation of a machine and tractor park in winter conditions / N.G. Berezhnov. Barnaul: Alt. SCI, 1975. 210 p.
5. Automobiles / A.V. Bogatyrev, Y.K. Yesenovskiy-Lashkov, M.L. Nasonovskiy, V.A. Chernyshev; edited by A.V. Bogatyrev. M.: KolosS, 2004. 496 p.
6. Gurevich, A.M. Tractors and automobiles / A.M. Gurevich. 3rd ed., reprint. and add. M.: Kolos, 1983. 336 p.
7. Kartoshkin, A.P. Features of tractor operation in the conditions of the North-Western region / A.P. Kartoshkin, S.V. Lyubimov // Vestnik of Moscow State Agrarian University named after V.P. Goryachkin. 2010. No. 1. pp. 17-19.
8. Bloch, A.G. Fundamentals of heat exchange by radiation / A.G. Bloch. M.: Gosenergoizdat, 1962. pp. 19-25.
9. Razyapov, M.M. Improving the efficiency of transmission units of automotive equipment at low temperatures: abstract of the dissertation of the Candidate of Technical Sciences / M.M. Razyapov. Ufa, 2013. 16 p.
10. Thermal non-destructive testing as a method for determining hidden defects in machine components / A.V. Latynin, A.N. Shvyrev, M.A. Nikulin, O.S. Garkusha // Innovative technologies in road transport. Materials of the All-Russian Scientific and Technical Conference. Voronezh, 2021. pp. 77-79.
11. Substantiation of the choice of promising thermal control schemes for the detection of hidden defects / A.V. Latynin, A.N. Shvyrev, M.A. Nikulin, O.S. Garkusha / Innovative technologies in road transport. Materials of the All-Russian Scientific and Technical Conference. Voronezh, 2021. pp. 80-82.

Снятков Е.В.

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры
производства, ремонта и эксплуатации машин
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Швырёв А.Н.

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры
производства, ремонта и эксплуатации машин
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Щерба В.А.

студент автомобильного факультета
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Масляный В.А.

студент автомобильного факультета
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Sniatkov E.V.

Ph.D. Sci. Tech., associate professor of production,
repair and operation of cars, Voronezh State University of
Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,
Russian Federation

Shvyriov A.N.

Ph.D. Sci. Tech., associate professor of production,
repair and operation of cars, Voronezh State University of
Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,
Russian Federation

Shcherba V.A.

student of the automotive faculty, Voronezh State
University of Forestry and Technologies named after
G.F. Morozov, Russian Federation

Maslianyi V.A.

student of the automotive faculty, Voronezh State
University of Forestry and Technologies named after
G.F. Morozov, Russian Federation

УСТАНОВЛЕНИЕ ОРИГИНАЛЬНОСТИ КЕРАМИЧЕСКИХ ТОРМОЗНЫХ ДИСКОВ СРАВНИТЕЛЬНЫМ МЕТОДОМ ИССЛЕДОВАНИЯ

ESTABLISHING THE ORIGINALITY OF CERAMIC BRAKE DISCS BY A COMPARATIVE RESEARCH METHOD

Аннотация. Представлен пример установления оригинальности керамических тормозных дисков автомобиля, кратко рассмотрены технология изготовления и составляющие компоненты, представлены основные отличительные признаки. Дополнительно проанализированы причины роста количества контрафактных запасных частей на рынке.

Ключевые слова: керамические тормозные диски, контрафактная продукция, метод сравнения, экспертиза, стоимость запасных частей, оригинальные компоненты, визуальная оценка.

Abstract. An example of establishing the originality of ceramic brake discs of a car is presented, the manufacturing technology and components are briefly considered, and the main distinguishing features are presented. Additionally, the reasons for the increase in the number of counterfeit spare parts on the market are analyzed.

Keywords: ceramic brake discs, counterfeit products, comparison method, expertise, cost of spare parts, original components, visual assessment.

В настоящее время, в связи с уходом с российского рынка большинства мировых производителей автомобилей и прекращения поставок запасных частей, остро встает вопрос о появлении на нашем рынке контрафактных деталей.

Некоторые поставщики для получения наибольшей выгоды, под видом оригинальных или OEM запчастей пытаются продать запасные части не установленного производителя зачастую чрезвычайно низкого качества.

Учитывая большую стоимость запасных частей премиальных автомобилей, они становятся наиболее привлекательными с точки зрения получения вы-

годы. Так, например, стоимость композитного тормозного диска для автомобиля MERCEDES-BENZ W22 S63 AMG 4-MATIC, на 25.10.23 составляла чуть более 800 000 рублей за пару, при этом поставщик продал диски за 560 000 рублей, при этом он утверждал, что поставленный им диск является OEM запасной частью.

Для большей ясности стоит дать определение оригинальной запасной части и OEM запасной части.

Согласно ТР ТС 018:

Оригинальные компоненты – компоненты, поставляемые на сборочное производство транспортных средств.

Согласно ГОСТ 33997-2016:

Оригинальная запасная часть – это запасные части, поставляемые на сборочное производство КТС и поставляемые изготовителем КТС, уполномоченным им субъектам предпринимательской деятельности или авторизованным исполнителям ремонта.

OEM (original equipment manufacturer) в переводе означает «оригинальный производитель оборудования» – т.е. компания, производящая запасные части, которые могут быть проданы другой компанией под своей торговой маркой.

В автомобилестроении OEM означает, как правило, производителей узлов и агрегатов, поставляемых на автозаводы.

Таким образом, OEM запасная часть должна быть в точности идентичной запасной части, установленной на транспортное средство заводом – изготовителем.

К сожалению, в связи с отсутствием разрешения на разрушающие методы, полноценное исследование в лаборатории произвести не удалось, поэтому анализ был произведен сравнительным методом.

Согласно ГОСТ Р 58197-2018:

Сравнительный метод исследования: Общенаучный эмпирический метод, основанный на сопоставлении идентификационных признаков, присущих двум и более сравниваемым объектам (явлениям, результатам исследований и т.п.), с нормой, образцом или эталоном; позволяющий установить общие и отличительные признаки (свойства) исследуемых объектов, определить в них общие и различные процессы их развития, степень различия.

Представленные на исследование диски являются керамическими. Такой тип является высококачественным и дорогостоящим аналогом металлических. Изготавливаются такие диски методом последовательного прессования и спекания.

Существуют несколько основных технологий и компонентов, это армированные углеродным волокном:

- пластик (CFK);
- углерод, (C/C);
- карбид кремния (карборунд C/SiC).

У каждой из упомянутых технологий есть свои отличительные особенности, выражающиеся не только в технологии изготовления, но и разных режимах работы, а также условиях эксплуатации.

Так, например, диск, изготовленный по технологии C/SiC обладает следующими преимуществами перед чугунными:

- до 50% меньшая масса;
- большая стойкость к перепадам температуры, как следствие отсутствие коробления диска;
- большая износостойкость (до 4 раз) и, следовательно, срок службы;
- сохранение фрикционных свойств при больших температурах и длительных торможениях.

Следует подробно рассмотреть отличительные признаки представленных на исследование дисков.

На исследование было представлено два комплекта дисков, первый условно будем называть «исследуемый» (рис 1, а), второй являлся оригинальным, но имеющим износ, его будем называть «оригинальный» (рис 1, б).



а

б

а – общий вид исследуемого диска; б – общий вид оригинального диска

Рисунок 1 – Представленные диски на испытание

В результате сравнительного анализа двух комплектов дисков установлено, что у исследуемого диска:

- имеется отличие каталожного номера, от оригинального;
- отсутствует маркировка завода изготовителя на ступице;
- количество вентиляционных отверстий составляет 40 шт, в то время как на оригинальном 70 шт;
- отсутствуют индикаторы износа тормозного диска, которые делают невозможным определение величины износа с использованием измерительной фольги;
- толщина ступицы 8,11 мм, у оригинального 6,57 мм;
- болты, при помощи которых ступица крепиться к диску изготовлены из стали и проявляют магнитные свойства, в то время как на оригинальном диске они титановые и магнитных свойств не проявляют;

- каталожный номер на исследуемом диске нанесен неровно;
- не представляется возможным установить производителя по QR коду.

Таким образом проданный поставщиком тормозной диск не является ни оригинальной запасной частью, ни деталью OEM.

Из проведенного исследования видно, что при наличии оригинальной запасной части вполне применим метод сравнения, который позволяет значительно снизить затраты на экспертизу. В рассматриваемом случае более чем в 3 раза.

Список литературы

1. ГОСТ Р 58197-2018. Порядок проведения экспертизы качества автотранспортных средств. Общие требования: национальный стандарт: дата введения 01.03.2019 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Москва: ФГУП «Стандартинформ», 2018. – 23 с.
2. ТР ТС 018/2011. О безопасности колесных транспортных средств: технический регламент Таможенного союза от 9 декабря 2011 года № 877. URL: <http://www.eurasiancommission.org/ru>.
3. ГОСТ 33997-2016. Колесные транспортные средства. Требования к безопасности в эксплуатации и методы проверки: межгосударственный стандарт: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 июля 2017 г.: введен впервые: дата введения 2018-02-01 / разработан ООО "МИП «МАДИЭКСПЕРТИЗА». – Москва: ФГУП «Стандартинформ», 2017. – 73 с.
4. Поляков, Н. В. К вопросу расчета теплонагруженности фрикционного контакта при повторно-кратковременных торможениях / Н. В. Поляков, Д. А. Попов, Е. В. Снятков // Мир транспорта и технологических машин. – 2012. – № 1(36). – С. 31-35. – EDN PUNLEB.
5. Быков, В. В. Контроль технического состояния тормозных дисков автомобилей категории М1 по результатам инструментальной диагностики / В. В. Быков, А. Н. Пьянков // Вести Автомобильно-дорожного института. – 2021. – № 1 (36). – С. 42-49. – EDN ADTXPE.

References

1. GOST R 58197-2018. The procedure for conducting an examination of the quality of motor vehicles. General requirements: national standard: date of introduction 01.03.2019 / Federal Agency for Technical Regulation and Metrology. – Moscow: Federal State Unitary Enterprise "Standartinform", 2018. – 23 p.
2. TR CU 018/2011. On the safety of wheeled vehicles: Technical Regulation of the Customs Union dated December 9, 2011 No. 877. URL: <http://www.eurasiancommission.org/ru>.
3. GOST 33997-2016. Wheeled vehicles. Operational safety requirements and verification methods: interstate standard: official publication: approved and put into effect by the Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated July 18, 2017: introduced for the first time: date of introduction 2018-02-01 / developed by MIP MADIEXPERTIZA LLC. – Moscow: FSUE "Standartinform", 2017. – 73 p.
4. Polyakov, N. V. On the issue of calculating the thermal load of the friction contact during repeated short-term braking / N. V. Polyakov, D. A. Popov, E. V. Snyatkov // World of transport and technological machines. – 2012. – № 1(36). – Pp. 31-35. – EDN PUNLEB.
5. Bykov, V. V. Control of the technical condition of brake discs of M1 category cars according to the results of instrumental diagnostics / V. V. Bykov, A. N. Pyankov // Vesti Avtomobilno-dorozhnogo institut. – 2021. – № 1 (36). – Pp. 42-49. – EDN ADTXPE.

Секция 9. Управление техническим состоянием транспортных средств в течение их жизненного цикла

DOI: 10.58168/ДПИТТ2024_230-236

УДК 629.3.021

Андрейкин А.А.

студент факультета машиностроения и аэрокосмической техники, Воронежский государственный технический университет, РФ

Гетман А.И.

студент дорожно-транспортного факультета, Воронежский государственный технический университет, РФ

Жидких Н.С.

аспирант кафедры строительной техники и инженерной механики им. профессора Н.А. Ульянова, Воронежский государственный технический университет, РФ

Andreikin A.A.

student of the Faculty of Mechanical and Aerospace Engineering,

Voronezh State Technical University, Russian Federation

Getman A.I.

student of the Faculty of Roads and Transport,

Voronezh State Technical University, Russian Federation

Zhidkikh N.S.

postgraduate student of the Department of Construction Machinery and Mechanical Engineering named after

Professor N.A. Ulyanov,

Voronezh State Technical University, Russian Federation

ПРИМЕНЕНИЕ КОНТЕКСТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТА ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЯ НА РАННИХ СТАДИЯХ ЕГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

APPLICATION OF IN-CONTEXT DESIGN AS A TOOL OF A VEHICLE QUALITY IMPROVEMENT AT ITS EARLY LIFE-CYCLE STAGES

Аннотация. В работе рассмотрена роль качества автомобиля как определяющего спрос параметра. Приведены причины высокой стоимости и продолжительности натуральных испытаний автомобилей. Предложено использовать концепцию цифрового двойника для удешевления и ускорения разработки. Применение параметризации и контекстного моделирования рассмотрено на примере работы инженерно-гоночной команды ВГТУ.

Ключевые: слова: автомобиль, качество, жизненный цикл, виртуальные испытания, цифровой двойник, контекстное моделирование, параметризация, Формула Студент.

Abstract. The paper considers the role of car quality as a demand-determining parameter. The reasons for the high cost and duration of physical testing of automobiles are given. It is suggested to use the concept of digital twin for cheaper and faster development. The application of parameterization and in-context design is considered on the example of the work of the engineering and racing team of Voronezh STU.

Keywords: motor vehicle, quality, life-cycle, virtual simulations, digital twin, context design, parametrization, Formula Student.

Автомобили занимают существенную нишу в сфере потребления. По статистике за январь-июнь 2024 года в России продано более 710 тыс. легковых и 45 тыс. коммерческих автомобилей [1]. Более того, рынок автомобилестроения постоянно расширяется, задавая новые тенденции. Они формируют требования потребителя, соответствие которым, т. е. уровень качества, определяет выбор той или иной модели автомобиля. Эти требования могут включать в себя раз-

личные параметры – тягово-скоростные, эксплуатационные, экономические, показатели безопасности и т. д. Поэтому в целях обеспечения конкурентоспособности своих изделий автопроизводителям необходимо как можно раньше закладывать уровень качества за счет современных цифровых инженерных инструментов [2].

Зачастую уровень качества автомобиля достигается за счёт многочисленных натуральных испытаний, в ходе которых выявляются слабые места в конструкции. Этот цикл может повторяться многократно по мере выявления новых дефектов. Так как автомобиль может эксплуатироваться в широком диапазоне параметров внешней среды – температуре, влажности, концентрации пыли и т.п., при испытаниях важно воспроизвести их наряду с испытаниями на безопасность в экстренных ситуациях – столкновениях, возгораниях и т.п. Более того, многие неисправности выявляются только при длительной и циклической работе узлов и деталей. В связи с этим у классического подхода к проведению натуральных испытаний выявляются два ключевых недостатка – их высокая продолжительность и стоимость за счет многократного воспроизведения тестовых прототипов. Это может приводить к повышению стоимости изделия для конечного потребителя, а также срыву сроков их выхода на рынок, что в конечном счете оборачивается для производителя падением спроса и как итог – снижением прибыли [3, 4].

Одним из наиболее перспективных способов уменьшения объемов и себестоимости натуральных тестовых испытаний, не потеряв или даже превысив уровень качества изделия, является испытание цифрового двойника (ЦД) или цифрового прототипа в виртуальной среде [5;6]. При этом удешевление и ускорение разработки достигается за счёт итеративности внесения изменений в цифровые модели изделия – испытываемый виртуальный образец может претерпевать многократные изменения без дополнительных затрат на производство. Однако, для этого требуется создать такую цифровую модель, которая обеспечит минимальную трудоемкость внесения этих изменений, например, путем применения методики проектирования «сверху-вниз», контекстного и параметрического моделирования твердотельной модели изделия в САПР. Применение таких методик при разработке нового автомобиля с нуля предлагается рассмотреть на примере работы студенческой инженерно-гоночной команды Воронежского государственного технического университета по созданию гоночного болида для международных инженерных соревнований FormulaStudent [7].

В FormulaStudent существует международный технический регламент, требующий ежегодно создавать существенно отличающийся по своей конструкции автомобиль [8]. Это диктует эволюционный метод развития, основанный на постепенном улучшении и оптимизации компоновок и конструкций различных узлов автомобиля. При этом не представляется возможным многократное внесение изменений в конструкцию для сборки натуральных прототипов – поэтому команда ВГТУ прибегла к вышеописанным методам проектирования.

Поскольку основной задачей гоночного автомобиля является прохождение круга трассы за наименьшее время, основной целью при его проектировании становится уменьшение массы, снижение центра тяжести и уменьшение

моментов инерции [9]. Однако на первых этапах проектирования невозможно с высокой степенью точности определить эти параметры, поскольку при создании автомобиля с нуля или его последующей версии все системы претерпевают существенные изменения. При этом изменения в компоновке или конструкции отдельных систем и деталей нередко влекут за собой изменения смежных к ним компонентов. Для упрощения этого процесса у команды ВГТУ служат ассоциативные связи при редактировании в контексте. Рассмотрим их на примере проектирования рычагов подвески и трубчатой пространственной рамы.



Рисунок 1 – Компоновочный эскиз пространственной рамы с привязкой к рычагу подвески

Моделирование подвески и рамы в САПР начинается с создания компоновочных эскизов на уровне их головных сборок – набора точек и прямых линий в пространстве, описывающих соединения осей труб рамы между собой и точек крепления рычагов подвески (рис. 1). При переходе к твердотельному исполнению рамы и подвески их тела создаются с привязкой начала координат к одной из точек компоновочного эскиза, а построение тел происходит с непосредственной опорой на компоновочный эскиз. Это обеспечивает автоматическое перестроение деталей одной системы при изменении компоновочного эскиза.

Однако, для перестроения деталей одной системы при изменении смежной требуется обеспечить привязку эскиза зависимой системы в корректной последовательности. Так, например, узлы соединения труб рамы находятся в точках, находящихся на продолжении осей труб рычагов подвески с параметризованным расстоянием между ними. При перемещении точки крепления рычага подвески через компоновочный эскиз получим автоматическое перестроение пространственной рамы с соблюдением ранее заложенных связей – узлов соединения труб и вырезов труб с учетом сварочных зазоров между ними.

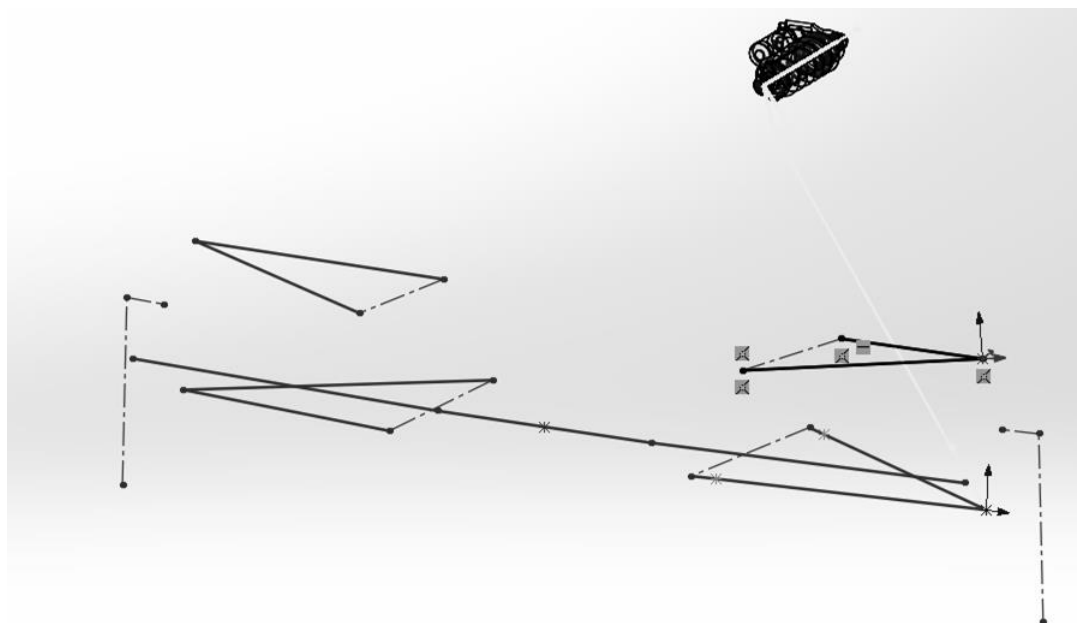


Рисунок 2 – Изолированный компоновочный эскиз подвески

Также рассмотрим случай привязки отдельной детали системы к ее компоновочному эскизу (рис. 2) на примере рычага подвески. Поскольку рычаги расположены в пространстве свободно без привязки к базовым плоскостям и осям, рекомендуется их модель строить с заранее заложенным началом координат относительно твердого тела.

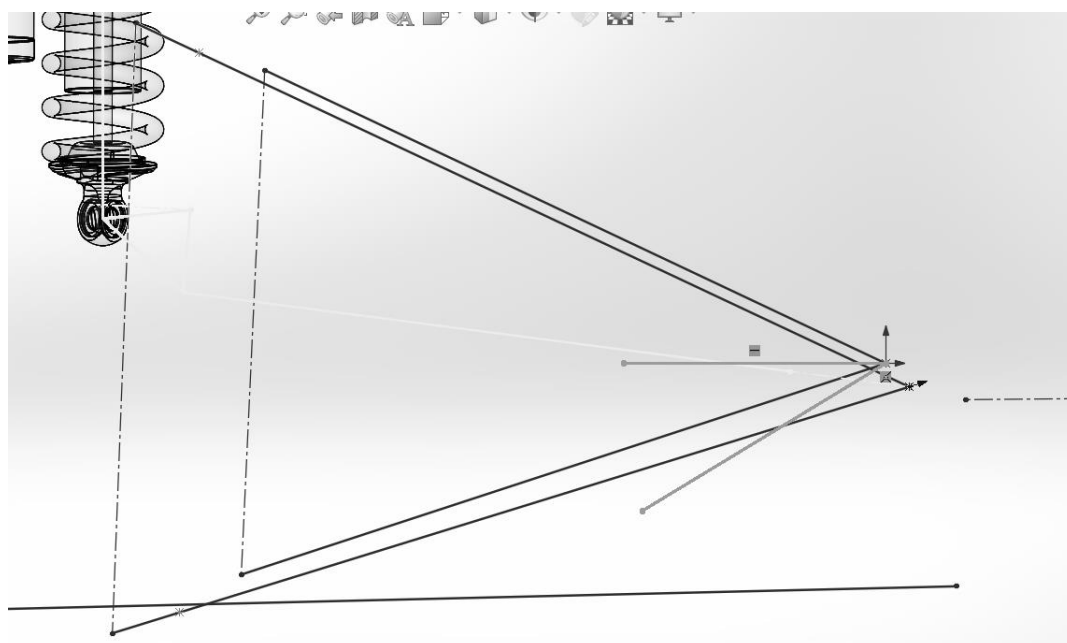


Рисунок 3 – Компоновочный эскиз рычага перед привязкой к компоновочному эскизу передней подвески

Командой ВГТУ предлагается упростить чтение и перестроение модели за счет расположения начала координат модели в точке крепления рычага к поворотному кулаку. При этом одна из труб рычага должна быть расположена соосно базовой оси модели, чтобы при изменении пространственного положения рычага в контексте сборки подвески эта труба оставалась неподвижной относи-

тельно ноля. При вставке модели рычага в сборку подвески она будет спозиционирована аналогично базовым осям сборки [3]. Затем ее необходимо расположить так, чтобы эскиз рычага и всей подвески совпали. В итоге будет получена модель рычага подвески, реагирующая на все изменения компоновочного эскиза всей подвески, но остающаяся неподвижной относительно собственного начала координат для корректного чтения, что необходимо при передаче модели на производство.

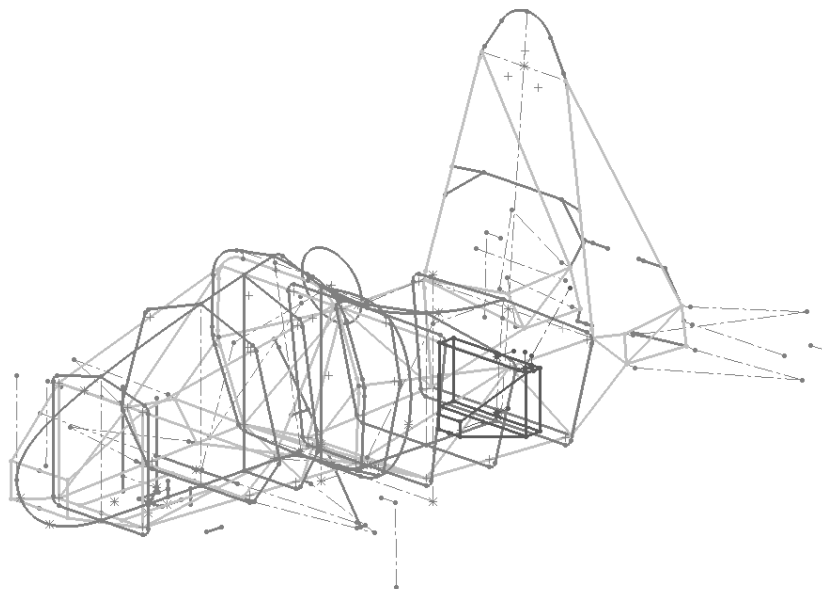


Рисунок 4 – Компоновочная модель автомобиля команды ВГТУ

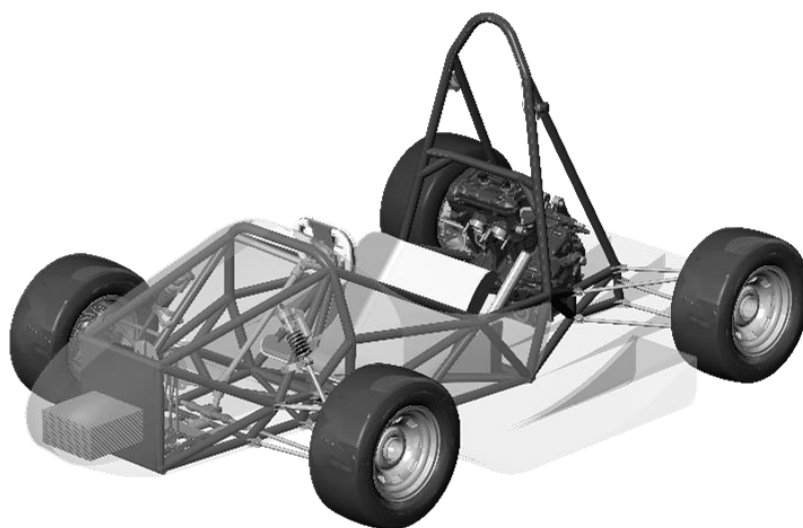


Рисунок 5 – Твёрдотельная модель автомобиля команды ВГТУ

Итогом применения таких методов контекстных и ассоциативных связей деталей с компоновочными эскизами систем и эскизами систем между собой команда ВГТУ получает компоновочную модель всего автомобиля (рис. 4). Внесение изменений в любую систему приводит к заранее определенному принципу перестроения смежных – на уровне компоновки и твердотельного исполнения. На выходе имеется твердотельная модель автомобиля, лежащаяся

в основу цифрового прототипа, предназначенного для виртуальных испытаний (рис. 5).

Применение аналогичных подходов рекомендуется при проектировании как штучных, так и серийных транспортных средств – это позволит снизить трудозатраты, стоимость и сроки разработки, а также обеспечит уровень качества на самых ранних этапах. Поскольку изменения могут вноситься многократно и при строгом соблюдении взаимосвязей компонентов, инженерная команда может сосредоточиться на достижении максимальной эффективности каждой системы, а не на решении частных проблем перестроения моделей узлов и деталей.

Список литературы

1. Автомобильный рынок России в июне и январе-июне 2024 года (легковые автомобили, легкие коммерческие автомобили и пикапы) / Ассоциация «Российские автомобильные дилеры». – URL: <https://www.asroad.org/stat/avtomobilnyj-rynok-rossii-v-iyune-i-yanvare-iyune-2024-goda-legkovye-avtomobili-legkie-kommercheskie-avtomobili-i-pikapu/> (дата обращения 03.10.2024).

2. Разработка интегрированной системы управления проектами полного цикла создания автотранспортных средств / А. С. Овсянников, Н. С. Жидких, И. Д. Самотин, А. В. Иванова // Качество и жизнь. – 2023. – № 2(38). – С. 30-35. – DOI 10.34214/2312-5209-2023-38-2-30-35. – EDN ZMAPLQ.

3. Жидких, Н. С. Разработка V-модели управления проектами по созданию новых моделей автомобилей с применением технологий цифровых двойников / Н. С. Жидких, И. В. Поцбенева, А. В. Смольянинов // Качество и жизнь. – 2023. – № 2(38). – С. 3-9. – DOI 10.34214/2312-5209-2023-38-2-03-09. – EDN VMKICE.A.

4. Project management model of motor vehicle development with consideration of built-in quality concept requirements / N. Zhidkikh, A. Smolyaninov, Yu. Deniskin [et al.] // E3S Web of Conferences : International Scientific and Practical Conference “Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering” (ERSME-2023), Rostov-on-Don, Russia, 01–03 марта 2023 года. Vol. 376. – Rostov-on-Don: EDP Sciences, 2023. – P. 01100. – DOI 10.1051/e3sconf/202337601100. – EDN RZMXLE.

5. ГОСТ Р 57700.37-2021. Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения = Computer models and simulation. Digital twins of products. General provisions: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утв. и введ. в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 16 сентября 2021 г. N 979-ст: введен впервые: дата введения 2022-01-01 / разработан ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ" совместно с Санкт-Петербургским политехническим университетом Петра Великого. – Москва: Российский институт стандартизации, 2021. – IV, 10 с.

6. Прохоров А., Лысачев М. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. Изд. первое, исправленное и дополненное. – М.: ООО «АльянсПринт», 2020. – 401 с.

7. Проект «Формула студент ВГТУ» / Н. С. Жидких, С. Д. Новопольцев, А. И. Морозов [и др.] // Научная опора Воронежской области : Сборник трудов победителей конкурса научно-исследовательских работ студентов и аспирантов ВГТУ по приоритетным направлениям развития науки и технологий. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2020. – С. 205-207. – EDN HKLLXY.

8. Formula Student Rules 2025 v1.0 / Formula Student Germany. – URL: https://www.formulastudent.de/fileadmin/user_upload/all/2025/rules/FS-Rules_2025_v1.0.pdf (дата обращения: 10.10.2024).

9. Smith, Carroll. Tune to Win / Carroll Smith. – Aero Publishers, Inc., 1978. – 172 c. – ISBN 0-87938-071-3.

References

1. The Russian automobile market in June and January-June 2024 (passenger cars, light commercial vehicles and pickups) / Association "Russian Automobile Dealers". – URL: <https://www.asroad.org/stat/avtomobilnyj-rynok-rossii-v-iyune-i-yanvare-iyune-2024-goda-legkovye-avtomobili-legkie-kommercheskie-avtomobili-i-pikapy> / (accessed 03.10.2024).

2. Development of an integrated project management system for a full cycle of vehicle creation / A. S. Ovsyannikov, N. S. Zhidkikh, I. D. Samotin, A.V. Ivanova // Quality and life. – 2023. – № 2(38). – Pp. 30-35. – DOI 10.34214/2312-5209-2023-38-2-30-35. – EDN ZMAPLQ.

3. Zhidkikh, N. S. Development of a V-model of project management for the creation of new car models using digital twin technologies / N. S. Zhidkikh, I. V. Potsebneva, A. V. Smolyaninov // Quality and life. – 2023. – № 2(38). – Pp. 3-9. – DOI 10.34214/2312-5209-2023-38-2-03-09. – EDN VMKICE.A

4. Project management model of motor vehicle development with consideration of built-in quality concept requirements / N. Zhidkikh, A. Smolyaninov, Yu. Deniskin [et al.] // E3S Web of Conferences : International Scientific and Practical Conference "Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering" (ERSME-2023), Rostov-on-Don, Russia, March 01-03, 2023. Vol. 376. – Rostov-on-Don: EDP Sciences, 2023. – P. 01100. – DOI 10.1051/e3sconf/202337601100. – EDN RZMXLE.

5. GOST R 57700.37-2021. Computer models and modeling. Digital counterparts of products. General provisions = Computer models and simulation. Digital twins of products. General provisions: national standard of the Russian Federation: official publication: approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated September 16, 2021 N 979-st: introduced for the first time: date of introduction 2022-01-01 / developed by FSUE RFYATS-VNIIEF in cooperation with Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University. – Moscow: Russian Institute of Standardization, 2021. – IV, 10 p.

6. Prokhorov A., Lysachev M. The digital double. Analysis, trends, world experience. The first edition, revised and supplemented. – Moscow: Alliansprint LLC, 2020. – 401 p.

7. The project "Formula student of VSTU" / N. S. Zhidkikh, S. D. Novopoltsev, A. I. Morozov [et al.] // Scientific support of the Voronezh region : A collection of works by the winners of the competition of scientific research works of VSTU students and postgraduates in priority areas of science and technology development. – Voronezh: Voronezh State Technical University, 2020. – pp. 205-207. – EDN HKLLXY.

8. Formula Student Rules 2025 v1.0 / Formula Student Germany. – URL: https://www.formulastudent.de/fileadmin/user_upload/all/2025/rules/FS-Rules_2025_v1.0.pdf (date of application: 10.10.2024).

9. Smith, Carroll. Tune to Win / Carroll Smith. – Aero Publishers, Inc., 1978. – 172 p. – ISBN 0-87938-071-3.

Волков В.С.

д-р техн. наук, профессор
ФГБОУВО «ВГЛТУ», РФ

Volkov V.S.,

Dr. Sci. Tech., professor of the department of Automobiles
and service, Voronezh State University of Forestry and
Technologies named after G.F. Morozov,
Russian Federation

Лебедев Е.Г.

ассистент ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Lebedev E.G.,

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

Митрохин Е.А.

магистрант ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», РФ

Mitrohin E.A.,

Undergraduate student, Voronezh State University of For-
estry and Technologies named after G.F. Morozov,
Russian Federation

К ВОПРОСУ ВЫБОРА КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА СОСТОЯНИЕ НАДЁЖНОСТИ АВТОМОБИЛЬНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

ON THE ISSUE OF CHOOSING CRITERIA FOR ASSESSING THE IMPACT OF OPERATIONAL FACTORS ON THE RELIABILITY OF AUTOMOTIVE ROLLING STOCK

Аннотация. Представлен анализ выбора критериев оценки влияния эксплуатационных факторов на состояние надёжности отдельных составных частей автомобильных узлов, агрегатов и систем при эксплуатации в нескольких видах дорожных условий. Предложено понятие приведённого пробега как классификатора условий эксплуатации, используемого для оценки влияния дорожных условий на безразмерный показатель транспортной работы, позволяющий прогнозировать наступление случаев неработоспособного состояния элементов конструкции и потребности в запасных частях. Приведено подтверждение целесообразности применения такого подхода, заключающегося в проверке его адекватности в сравнении с существующим подходом по критерию параметра потока отказов и определению совокупности ограничений по разновидностям дорожных условий. Результаты исследований обсуждены на научно-практической конференции по вопросам инфокоммуникационных и интеллектуальных технологий на транспорте.

Ключевые слова: надёжность, отказ, дорожные условия, пробег, эксплуатация.

Abstract. The analysis of the choice of criteria for assessing the impact of operational factors on the reliability of individual components of automotive components, assemblies and systems during operation in several types of road conditions is presented. The concept of reduced mileage is proposed as a classifier of operating conditions used to assess the impact of road conditions on a dimensionless indicator of transportation work, which allows.

Keywords: reliability, failure, road conditions, mileage, operation.

Транспортная работа автомобильного подвижного состава неразрывно связана с воздействием большого числа эксплуатационных факторов. Рассматривая перевозочный процесс как целенаправленную регулируемую систему, поведение которой анализируется в рамках действия причинно-следственных связей, неизменно возникает необходимость описания её поведения решением многофакторных задач, связанных с вопросами влияния эксплуатационных факторов на вопросы надёжности подвижного состава.

Решение задач, связанных с взаимодействием вопросов надёжности подвижного состава и условиями его эксплуатации, реализуется в аспектах действия двух основных тенденций: увеличения числа учитываемых факторов модели, приводящее к затруднению ее применения и сокращение входящих показателей с целью упрощения. Последнее может привести к потере адекватности реальной оценки. Для устранения этого противоречия, в теории оптимального управления используется метод выбора единого критерия оценки действия факторов, с помощью которого многофакторная модель приводится к одноуровневой системе. Единый критерий должен обеспечивать адекватность оценки действия каждого из учитываемых факторов и их совокупности, конкретизировать модель и её составляющие по структурному и функционально-коммуникационным признакам. В данном случае в качестве критерия целесообразно применять среднетехническую регулируемую скорость, коэффициент многооборотности двигателя, расход топлива, показатели надёжности; которые используются для обобщенной оценки влияния изменения транспортных, эксплуатационных условий, соответствующих внутренних и внешних связей на объект исследования, приведенных выше групп факторов. Необходимые параметры ограничения критериев можно определить на основании нормативно-технической документации.

Предположение о том, что процесс влияния эксплуатационных факторов на параметр оптимизации стационарен и воспроизводим, позволяет применить корреляционно-регрессионный анализ. При этом, если зависимость параметра оптимизации от факторов линейна, то параметр среднеквадратичного потока отказов Y_j может характеризоваться уравнением

$$Y_j = A_0 + A_1 X_1 + \dots + A_m X_m, j = 1, m.$$

Для проверки воспроизводимости применяется критерий Кохрена G :

$$G = \frac{\{\max[\sigma_v^2(Y_j)]\}}{S^2}; \quad \sigma_v^2 = \frac{\sum_{\gamma=1}^n (Y_j^{\gamma} - Y_j^{-\gamma})}{v};$$

$$Y_j^{\gamma} = \frac{\sum_{\gamma=1}^n Y_j^{\gamma\gamma}}{v}; \quad S^2 = \sum_{v=1}^m \sigma_v^2(Y_j),$$

где v - количество серий опытов $(1, m)$; γ - количество опытов в каждой серии $(\overline{1, n})$; $\sum_{v=1}^m \sigma_v^2(Y_j) = S^2$ - сумма среднеквадратических отклонений всех серий; Y_j^2 - среднее значение выходного параметра в каждой серии.

Если $G < G_T$, то процесс воспроизводим, где G_T - табличное значение критерия Кохрена для степеней свободы $v = m$ и $\gamma = n$, при уровне существенности α .

Для проверки стационарности воспользуемся критерием Фишера F :

$$F = \frac{\sigma_{\Sigma}^2}{\sigma^2(Y_j)}; \quad \sigma^2(Y_j) = \frac{S^2}{v} = \frac{\sigma_v^2(Y_j)}{v}; \quad \sigma_{\Sigma}^2 = 0,5n \sum_{v=1}^m (Y_j^{-v\gamma} - Y_j^{v\gamma})^2;$$

$$Y_j^{-v\gamma} = \frac{1}{m} \sum_{v=1}^m \frac{1}{n} \sum_{\gamma=1}^n Y_j = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{v=1}^m \sum_{\gamma=1}^n Y_j^{v\gamma}.$$

Если $F < F_T$, то процесс воспроизводим, где F_T – табличное значение критерия Фишера для $(v-1)$ и $v(\gamma - 1)$.

В настоящее время в качестве измерителя наработки применяется фактический пробег подвижного состава по спидометру L . Однако, этот показатель неоднозначно отражает реальное техническое состояние агрегатов и механизмов подвижного состава. Это объясняется, в первую очередь, тем, что в зависимости от конкретных условий эксплуатации изменяются режимы работы, а, следовательно, безотказность и долговечность сборочных единиц изделия. Поэтому, целесообразно количественно оценить влияние условий эксплуатации на измеритель процесса эксплуатации и обратно. С этой целью вводится понятие приведенного пробега L' .

Использование приведенного пробега позволяет исключить укрупненное разделение условий эксплуатации подвижного состава на категории, уточнить процедуру корректирования нормативов ТО и ремонта на основании более полного учета конкретных условий эксплуатации и выработки объективного критерия сопоставимости указателей надежности в постоянно изменяющихся условиях эксплуатации не только для различных типов подвижного состава, но и для каждого автомобиля в отдельности.

Естественно, что решение данной задачи сопряжено с необходимостью принятия ряда допущений и ограничений, позволяющих упростить процедуру поиска оптимального решения и принятия управляющих воздействий на уровне автотранспортного предприятия.

Путь, пройденный автомобилем (пробег) L определяется следующим соотношением

$$L = 2\pi r_k \cdot 10^{-3} \cdot N_k, \text{ (км)},$$

где N_k – число оборотов колеса за время в пути; r_k – радиус качения автомобильного колеса (радиус условного недеформируемого и катящегося без скольжения колеса, которое имеет с реальным эластичным колесом автомобиля одинаковую угловую и линейную скорости), м.

Допущение 1: для дорог с сухим твердым покрытием r_k считается постоянным и принимается равным радиусу реального колеса.

Если известно время "чистого" движения автомобиля в пути $t_{дв}$, то можно представить N_k в виде

$$N_k = \frac{\omega_k t_{дв}}{2\pi}, \text{ (об)},$$

где $t_{дв}$ – время "чистого" движения, с; ω_k – средняя эффективная угловая скорость автомобильного колеса, показывающая с какой постоянной угловой скоростью должно вращаться колесо автомобиля, чтобы он за время $t_{дв}$ прошёл путь L , с⁻¹.

Угловая скорость автомобильного колеса и коленчатого звала двигателя изменяются во времени и связаны между собой через передаточное число трансмиссии, следовательно,

$$\omega_k = \frac{1}{t_{дв}} \sum_{k=1}^{t_{дв}} \frac{\omega_k}{U_0 \cdot U_k},$$

где $k \in N(1, 2, \dots, t_{дв})$, (с); ω_k - угловая скорость коленчатого вала двигателя в k -ый момент времени движения, c^{-1} ; U_k - передаточное число коробки передач в k -ый момент времени; U_0 - передаточное число главной передачи.

Допущение 2: рассматривается “чистое” движение автомобиля без учета различных остановок в виде прямолинейно движущейся точки. При этом «чистый» пробег получается

$$L = 10^{-3} r_k \sum_{k=1}^{t_{дв}} \frac{\omega_k}{U_0 \cdot U_k}, \text{ (км)}.$$

Таким образом, при известной величине $t_{дв}$ получается, что пробег является функцией двух переменных величин: ω_k и U_k , то есть

$$L = f(\omega_k, U_k).$$

Область определения этих базовых переменных (факторов) ограничивается неравенствами

$$\omega_{хх} < \omega_k < \omega_N; \quad U_1 < U_k < U_\phi,$$

где $\omega_{хх}$ и ω_N - соответственно, минимальная и максимальная угловые скорости вращения коленчатого вала двигателя, c^{-1} ; U_1 и U_ϕ - соответственно, передаточные числа коробки передач на 1-й и последней передачах.

Допущение 3: Ввиду того, что внешние скоростные характеристики большинства современных автомобильных двигателей на средних оборотах при средней угловой скорости вращения коленчатого вала имеют выраженный максимум развиваемого двигателем крутящего момента, положим, что опенка ω_k составляет

$$\omega_k = (t_{дв})^{-1} \sum_{k=1}^{t_{дв}} \omega_k = \omega_M, c^{-1},$$

где ω_M - угловая скорость вращения коленчатого вала двигателя при максимальном крутящем моменте, c^{-1} .

Данное допущение подтверждается соображением целесообразности преодоления сил сопротивления движение с максимальным на заданной передаче динамическим фактором, или равновероятным появлением значений ω_k внутри области определения.

После соответствующих преобразований уравнение для определения «чистого» пробега примет вид

$$L_{\text{ч}} = 10^{-3} r_{\text{к}} (U_0)^{-1} \omega_M \sum_{\text{к}=1}^{t_{\text{дв}}} (U_{\text{к}})^{-1}, \text{ (км)}.$$

Таким образом, с учетом оговоренных допущений, можно считать, что пройденный автомобилем путь пробег является функцией одной переменной $L = f(U_{\text{к}})$, а для измерения приведенного пробега L' , достаточно решить систему линейных уравнений

$$L = \frac{L' \cdot U'}{U_1}; \quad U' = (t_{\text{дв}})^{-1} \sum_{\text{к}=1}^{t_{\text{дв}}} (U_{\text{к}})^{-1} = \frac{\omega_M}{\omega_{\text{к}} \cdot U_0};$$

$$L = 10^{-3} r_{\text{к}} (U_0)^{-1} \omega_M \sum_{\text{к}=1}^{t_{\text{дв}}} (U_{\text{к}})^{-1},$$

где U' - среднее эффективное передаточное число коробки передач на конкретном маршруте; U_1 - среднее передаточное отношение коробки передач в нормированных условиях.

Передаточное число U_1 определяется экспериментально как средневзвешенное во времени значение передаточного числа при движении по дороге 1 категории, или нормируется как полусумма передаточных чисел на прямой и предпоследней передачах,

$$U_1 = \frac{U_{\varphi-1} + U_{\varphi}}{2}.$$

Указанное соотношение корреспондируется с введенным впервые академиком Е.А. Чудаковым понятием коэффициента многооборотности двигателя

$$K_{\text{об}} = \frac{1000 \cdot U_{\text{к}}}{2\pi r_{\text{к}}}, \text{ (об/км)},$$

однако критерий $U_{\text{к}}$ не имеет размерности. Кроме того, следует вывод, что приемлем и критерий скорости $v_{\text{к}}$, так как передаточное число $U_{\text{к}}$ входит в него как аргумент.

Приведенный анализ свидетельствует, что для оценки влияния эксплуатационных факторов на надёжность элементов автомобиля, целесообразно использовать критерий $U_{\text{к}}$ или $v_{\text{к}}$ как классификатор условия эксплуатации, в зависимости от величины которого изменяется приведенный пробег L' автомобиля. Экспериментальное подтверждение целесообразности применения такого подхода заключается в проверке его адекватности по сравнению с существующим подходом по критерию параметра потока отказов и неисправностей и определению совокупности ограничений вводимых категорий условия эксплуатации

$$L = \frac{L' \cdot U'}{U_1}; \quad L = \frac{L' \cdot \omega_i}{\omega_1},$$

где ω_i - параметр потока отказов и неисправностей при эксплуатации в i -ой категории условий эксплуатации; ω_1 - параметр потока отказов и неисправностей при эксплуатации в дорожных условиях первой категории условий эксплуатации.

Список литературы

1. Вельможин, А.В. Теории транспортных процессов и систем: учебное пособие / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин. – М.: Транспорт, 1998. – 167 с.
2. Горев, А.Э. Основы теории транспортных систем: учебное пособие / А.Э. Горев. – СПб.: СПбГАСУ, 2010. – 214 с.
3. Гудков, В.А. Технология, организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками: учебник / В.А. Гудков, Л.Б. Миротин; под ред. Л.Б. Миротина. – М.: Транспорт, 1997. – 254 с.
4. Зырянов, В.В. Критерии оценки условий движения и модели транспортных потоков: учебное пособие / В.В. Зырянов. – Кемерово: Кузбасский политехнический институт, 1993. – 164 с.
5. Критерии оценки эффективности подвижного состава автомобильного транспорта / Ю.В. Родионов, В.А. Мигачев, М.Ю. Обшивалкин, А.В. Касьянов // Мир транспорта и технологических машин. – 2011. – № 2 (33). – С. 19-25.
6. Корчагин, В.А. Повышение эффективности эксплуатации автотранспортных средств за счет новой конструкции независимой подвески / В.А. Корчагин, Е.В. Сливинский, Ю.Н. Ризаева // Наука и техника транспорта. – 2012. – № 1. – С. 75-80.
7. Корчагин, В.А. Оценка эффективности инженерных решений: учебное пособие (гриф УМО) / В.А. Корчагин, Ю.Н. Ризаева. – Липецк: ЛГТУ, 2008. – 160 с.

References

1. Velmozhin, A.V. Theories of transport processes and systems: textbook / A.V. Velmozhin, V.A. Gudkov, L.B. Mirotin. M.: Transport, 1998. 167 p.
2. Gorev, A.E. Fundamentals of the theory of transport systems: textbook / A.E. Gorev. St. Petersburg: SPbGASU, 2010. 214 p.
3. Gudkov, V.A. Technology, organization and management of passenger automobile transportation: textbook / V.A. Gudkov, L.B. Mirotin; edited by L.B. Mirotin. M.: Transport, 1997. 254 p.
4. Zyryanov, V.V. Criteria for assessing traffic conditions and models of traffic flows: a textbook / V.V. Zyryanov. Kemerovo: Kuzbass Polytechnic Institute, 1993. 164 p.
5. Criteria for evaluating the effectiveness of rolling stock of motor transport / Yu.V. Rodionov, V.A. Migachev, M.Yu. Obshivalkin, A.V. Kasyanov // Mir transportnykh i tekhnologicheskikh mashin. 2011. № 2 (33). Pp. 19-25.
6. Korchagin, V.A. Improving the efficiency of operation of motor vehicles due to the new design of an independent suspension / V.A. Korchagin, E.V. Slivinsky, Yu.N. Rizaeva // Science and Technology of transport. 2012. No. 1. pp. 75-80.
7. Korchagin, V.A. Evaluation of the effectiveness of engineering solutions: a textbook / V.A. Korchagin, Yu.N. Rizaeva. Lipetsk: LGTU, 2008. 160 p.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕДУКТОРА ЖАТКИ-ДРОБИЛКИ КОМБАЙНА OROS CORNADO

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF RESTORATION OF THE GEARBOX OF THE HARVESTER-CRUSHER OF THE OROS CORNADO COMBINE

Аннотация: Выполнена оценка качества восстановления редуктора жатки-дробилки комбайна методом установки дополнительной детали. Исследован механизм действия сил, способствующих выходу из строя редуктора. Приведены выводы и рекомендации по методу восстановления корпусной детали редуктора.

Ключевые слова: комбайн, жатка, редуктор, шестерня, вал, зацепление, подшипник, восстановление.

Abstract. An assessment of the quality of restoration of the combine harvester-crusher gearbox by installing an additional part was performed. The mechanism of action of the forces contributing to the failure of the gearbox is investigated. The conclusions and recommendations on the method of restoration of the gearbox housing part are given.

Keywords: combine harvester, harvester, gearbox, gear, shaft, gearing, bearing, recovery.

Проблема восстановления работоспособности узлов и агрегатов автомобильной и сельскохозяйственной техники зарубежного производства в условиях импортозамещения и нарушения логистических цепей поставок запасных частей становится весьма актуальной. В условиях дефицита времени и ресурсов сельскохозяйственные предприятия вынуждены искать альтернативные логистические схемы или прибегать к поиску партнеров для ремонта вышедших из строя узлов и агрегатов. В работе выполнено исследование причин выхода из строя редуктора жатки-дробилки комбайна OROS CORNADO, восстановленного на одном из ремонтных предприятий.

Исследуемый редуктор выполняет функции преобразования величины и направления крутящего момента, представляет собой одноступенчатый конический повышающий редуктор с одной парой конических прямозубых шестерен [1].

Число зубьев ведущей шестерни $z_1 = 24$, ведомой – $z_2 = 13$. Передаточное отношение конической прямозубой передачи равно

$$u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{13}{24} = 0,542 \quad (1)$$

Ведущая шестерня установлена на валу посредством шлицевого соединения. Вал опирается в корпусе на двух радиально-упорных подшипниках. Первый подшипник установлен внутренним кольцом на ведущем валу и наружным – в подшипниковой опоре корпуса редуктора, а второй – внутренним кольцом на хвостовик ведущей шестерни, наружным – в подшипниковую опору корпуса редуктора. Подшипник зафиксирован от осевого перемещения по наружному и внутреннему диаметрам стопорными кольцами, причем по внутреннему диаметру совместно с ведущей шестерней. Для предотвращения осевого перемещения первого подшипника в корпус редуктора установлены два стопорных кольца.

Ведомый вал-шестерня опирается на двух радиально-упорных шарикоподшипниках, разделенных между собой дистанционной втулкой и выполнен консольно. Консольное выполнение шестерни увеличивает деформацию вала. Фиксация от осевого смещения вала-шестерни осуществляется двумя стопорными кольцами. На валу шестерне установлена также отражательная шайба через дистанционную втулку.

Особенностью конической передачи является необходимость осевой фиксации и регулировки зацепления. Осевая фиксация ведущей и ведомой шестерен исследуемого редуктора описана выше. В данной конструкции редуктора предусмотрена регулировка бокового зазора в зацеплении, которая выполняется посредством регулировочных шайб с толщинами 0,5; 0,3; 0,1 мм. Такая регулировка позволяет изменить положение пятна контакта по высоте зубьев шестерен. Положение пятна контакта в конических передачах регламентируется ГОСТ 19624-74. Передачи зубчатые конические с прямыми зубьями. Расчет геометрии. В соответствии с ГОСТ пятно контакта должно соответствовать следующим параметрам (рис. 1.):

$$a = (0,4 - 0,8)b; h_{cp} = (0,6 - 0,9)h \quad (2)$$

При слишком малом боковом зазоре пятно контакта смещается к основанию зуба, а при большом боковом зазоре – к вершине зуба.

В первом случае, при малом боковом зазоре происходит чрезмерный износ впадин и вершин зубьев, повышается шум, в критическом случае это приводит к заклиниванию зубчатой передачи.

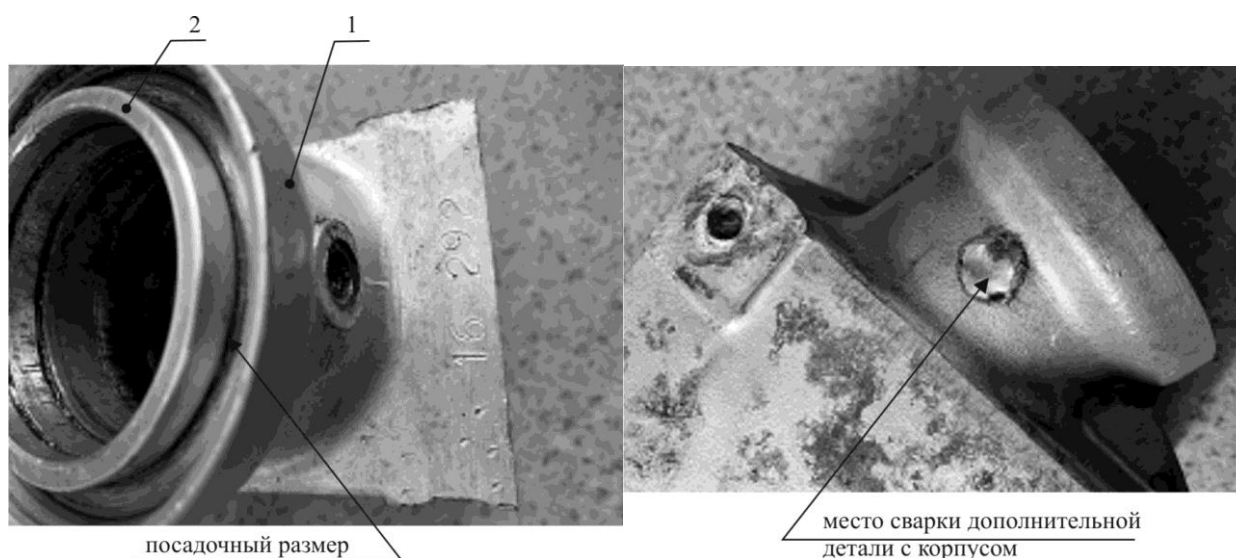
Во втором случае, при большом боковом зазоре площадь пятна контакта снижается и в передаче крутящего момента участвуют вершины зубьев. Контактные напряжения становятся значительно больше допустимых и происходит срез и смятие вершин зубьев. Такой характер разрушения наблюдается на шестернях исследуемого редуктора. Это наглядно продемонстрировано на рис. 1.



Рисунок 1 – Характер разрушения вершин зубьев ведомой и ведущей шестерен ведущего вала

Боковой зазор устанавливается при сборке подшипникового узла редуктора, в данном случае, как было указано выше, посредством регулировочных шайб. При изменении толщины регулировочной шайбы ведущая шестерня смещается ближе к ведомой шестерне или отодвигается от нее. По положению пятна контакта устанавливается необходимое количество регулировочных шайб.

На экспертизу представлены редукторы жатки комбайна, восстановленные в условиях мастерских. При восстановлении посадочных размеров корпуса редуктора под подшипники на ремонтном предприятии использован метод восстановления путем установки дополнительной детали (рис. 2).



1 – корпусная деталь; 2 – дополнительная деталь

Рисунок 2 – Схема, иллюстрирующая восстановление корпуса редуктора жатки

Этот метод заключается в механической обработке изношенной поверхности корпусной детали, изготовление дополнительной детали, монтаж дополнительной детали в корпус редуктора. После установки дополнительная деталь закреплена с корпусом в двух точках по диаметру посредством сварки (рис. 2).

Установка дополнительной детали позволила восстановить посадочную поверхность под подшипники и канавки под стопорные кольца. Эти подшипники являются опорой для ведомого вала-шестерни редуктора.

Все нагрузки, действующие со стороны ведомого вала-шестерни конической прямозубой передачи, воспринимаются дополнительной деталью и двумя точками сварки, фиксирующими ее с корпусной деталью.

Учитывая характер разрушения деталей редуктора сразу после начала эксплуатации восстановленного редуктора, наибольший интерес представляет осевая сила F_{a2} , которая направлена вдоль оси ведомой шестерни. Она является наиболее опасной для конструкции. Осевая сила определяется по следующей формуле:

$$F_{a2} = \frac{2 \cdot M_{кр2}}{d_{m2}} \tan \alpha \cos \delta_1, \quad (3)$$

где $M_{кр2}$ – крутящий момент на ведомом валу, Н·м; d_{m2} – средний делительный диаметр ведомой шестерни, м; α – угол главного профиля зацепления; δ_1 – угол делительного конуса шестерни.

Сила F_{a2} действует вдоль оси ведомой шестерни и через подшипники и стопорные кольца воздействует на дополнительную деталь, установленную на ремонтном предприятии, в осевом направлении и стремится сдвинуть дополнительную деталь относительно корпуса редуктора. Дополнительная осевая сила возникает от жатки при выполнении комбайном технологической операции по уборке урожая.

Под действием силы F_{a2} и дополнительной осевой силы от жатки возникают напряжения среза в точках сварки. Они превысили допустимые напряжения и произошел срез точек сварки. В результате действия осевых сил дополнительная деталь сместилась в осевом направлении на 2-3 мм. Совместно с дополнительной деталью произошло смещение ведомой шестерни, что привело к значительному увеличению бокового зазора в зацеплении шестерен, смещению пятна контакта к вершинам зубьев и, соответственно, срезу и смятию зубьев (рис. 1). Продукты износа и фрагменты срезанных вершин зубьев остались в зацеплении, так как узел смазывается пластичной смазкой, и, в конечном итоге, вызвали заклинивание редуктора и срез ведущего вала в наименьшем сечении. Макроструктурный анализ излома вала показывает, что причиной среза вала послужили напряжения кручения, которые превысили допустимые напряжения при заклинивании редуктора.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Причиной выхода из строя редуктора жатки-дробилки комбайна OROS CORNADO послужило смещение в осевом направлении дополнительной детали, установленной на ремонтном предприятии. Это привело к увеличению бокового зазора в зацеплении конической прямозубой передачи редуктора, смещению пятна контакта зубьев шестерен к вершинам зубьев, срезу и смятию зубьев. Фрагменты срезанных вершин зубьев шестерен и продукты износа привели к заклиниванию и выходу из строя редуктора.

2. Метод восстановления корпусной детали редуктора жатки-дробилки не соответствует условиям эксплуатации комбайна и действующим нагрузкам. При использовании этого метода необходимо обеспечить более прочную фиксацию дополнительной детали с корпусной, например, за счет увеличения периметра сварного шва.

Список литературы

1. Мыльнев, В. Ф. Расчет крутильных колебаний валопроводов поршневых двигателей : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. "Двигатели внутр. сгорания" направления подгот. дипломир. специалистов "Энергомашиностроение" / В. Ф. Мыльнев, А. Б. Гасанов. – Новочеркасск : ЮРГТУ, 2000. – 111 с. – Библиогр.: с. 82. – ISBN 5-88998-142-0.

2. Мыльнев, В. Ф. Динамика и колебания поршневых ДВС: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Двигатели внутр. сгорания" направления подгот. дипломир. специалистов "Энергомашиностроение" / В. Ф. Мыльнев, П. П. Гайджуров, А. Б. Гасанов. – Новочеркасск : Юж.-Рос. гос. техн. ун-т, 2001. – 159 с. – ISBN 5-88998-206-0.

3. Гасанов, А. Б. Расчет автомобильных двигателей : учебное пособие по курсовому проектированию / А. Б. Гасанов. – Новочеркасск : ЮРГТУ, 2011. – 138 с. – ISBN 978-5-9997-0145-9.

4. Гасанов, А.Б. Диагностика технического состояния автомобильных двигателей : учеб. пособие / Каменск. ин-т (фил.) ЮРГПУ (НПИ). – Новочеркасск : ЮРГПУ (НПИ), 2013. – 72 с.

5. Гасанов, А.Б. Особенности расчета нормативов расхода запасных частей и материалов на техническое обслуживание и ремонт автомобилей Интеграция науки и практики как механизм развития отечественных наукоемких технологий производства : сборник научных статей по материалам V Всероссийской научно-практической конференции, Каменск-Шахтинский, 2 декабря 2015 г. ; [редкол. : О. А. Терновский (отв. ред.) и др.]. – Новочеркасск : Лик, 2016. – С. 82-88. – ISBN 978-5-906844-27-9.

6. Сельскохозяйственная техника. Руководство по эксплуатации комбайнов OROS CORNADO. – URL: <https://oooagros.ru/> (дата обращения 08.04.2024).

References

1. Mylnev, V. F. Calculation of torsional vibrations of piston engine shaft lines : textbook. a manual for university students studying in the specialty. "The engines are internal. combustion" directions of preparation. Diploma of specialists in "Power Engineering" / V. F. Mylnev, A. B. Hasanov. – Novocherkassk : YURSTU, 2000. – 111 p. – Bibliogr.: p. 82. – ISBN 5-88998-142-0.

2. Mylnev, V. F. Dynamics and oscillations of reciprocating internal combustion engines: textbook. a manual for university students studying in the specialty "Internal engines. combustion" directions of preparation. Diploma of specialists in "Power Engineering" / V. F. Mylnev, P. P. Gajurov, A. B. Hasanov. – Novocherkassk : South.-Russian State Technical University. Univ., 2001. – 159 p. – ISBN 5-88998-206-0.
3. Hasanov, A.B. Calculation of automobile engines : a textbook on course design / A. B. Hasanov. – Novocherkassk : YURSTU, 2011. – 138 p. – ISBN 978-5-9997-0145-9.
4. Hasanov, A.B. Diagnostics of the technical condition of automobile engines : textbook. the manual / Kamensk. in-t (phil.) YURSPU (NPI). – Novocherkassk : YURSPU (NPI), 2013. – 72 p.
5. Hasanov, A.B. Features of calculating the consumption standards of spare parts and materials for car maintenance and repair Integration of science and practice as a mechanism for the development of domestic high-tech production technologies : a collection of scientific articles based on the materials of the V All-Russian Scientific and Practical Conference, Kamensk-Shakhtinsky, December 2, 2015 ; [editor : O. A. Ternovsky (ed.), etc.]. – Novocherkassk : Lik, 2016. – pp. 82-88. – ISBN 978-5-906844-27-9.
6. Agricultural machinery. Operating instructions for OROS CORNADO harvesters. – URL: <https://oooagros.ru/> (accessed 08.04.2024).

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ КАК ОСНОВНЫЕ ВИДЫ РАБОТ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ ИХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

MAINTENANCE AND REPAIR OF VEHICLES AS THE MAIN TYPES OF WORK TO INCREASE THEIR LIFE CYCLE

Аннотация. В данной статье рассматривается цикл жизни транспортного средства, который напрямую зависит от таких необходимых ему процессов, как техническое обслуживание, текущий ремонт, капитальный ремонт, ежедневное обслуживание.

Ключевые слова: техническое обслуживание, текущий ремонт, капитальный ремонт, работоспособность, ремонтпригодность, транспортное средство, автомобиль.

Abstract. This article examines the life cycle of a vehicle, which directly depends on such necessary processes as maintenance, routine repairs, major repairs, and daily maintenance.

Keywords: maintenance, current repairs, major repairs, operability, maintainability, vehicle, car.

Согласно исследованию, которое проводилось сетью автосервисов FitService, на период 2023 года средний срок службы автомобильного парка России составляет 27 лет. Этот показатель вырос на 3 года в сравнении с 2022 годом. Аналитическое подразделение этого сервиса также приводит данные о том, что после 2022 года владельцы стали гораздо тщательнее подходить к технической и кузовной (рамной) частям своих автомобилей, «так как не знают, смогут ли поменять их на новые в ближайшем будущем». При всем при этом рынок новых машин стабильно растет с каждым годом. По состоянию на 2023 год количество «свежих» автомобилей растет в среднем в 2,6 раза от года к году [1].

Что же касается способов повышения срока службы автомобиля выделяют несколько процедур, среди которых ежедневное и техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонты, а также соблюдение заводских рекомендаций по эксплуатации [2-5].

Ежедневное обслуживание (ЕТО) (рис. 1) включает в себя работы, связанные с осмотром автомобиля перед поездкой, выполнением уборочно-моечных работ и всем тем, что необходимо проверять непосредственно владельцу (водителю) [2-5].

Виды ежедневного технического обслуживания

1. Проверка колес. Для проверки колес потребуются: манометр, насос (компрессор) и штангенциркуль. Проверять давление следует на холодных шинах. Холодными они считаются в тех случаях, если после стоянки машина проехала не более 1 километра или же после окончания поездки прошло 3 часа и более. В нагретых шинах давление увеличивается приблизительно на 30 кПа. Для проверки лучше использовать электрический компрессор или насос со встроенным манометром. Ремонт колес следует производить в автомастерских, поскольку они оснащены необходимым оборудованием. После ремонта должна производиться балансировка колеса. Не следует эксплуатировать шины, у которых изношен протектор – это может привести к аварии. Осматривая шины и колесные диски, нужно убедиться, что шины не имеют трещин и не расслаиваются, а закраины ободьев колес не имеют трещин и вмятин.

2. Проверка уровня масла в системе смазки. После завершения поездки проверьте уровень масла. Проверка должна производиться по истечении 10 минут после того, как двигатель заглушен. Масло, доливаемое в систему, должно иметь ту же марку, вязкость и класс качества, что и использованное. Уровень масла, содержащегося в картере, не должен превышать уровень верхней метки шупа. В противном случае расход масла будет повышен. Когда же уровень находится на нижней метке шупа или еще ниже, масло следует долить.

3. Проверка уровня охлаждающей жидкости. Постоянно следите за тем, на каком уровне находится охлаждающая жидкость. При его резком повышении или снижении следует проверить систему охлаждения двигателя. Жидкости, имеющие разный цвет, смешивать нельзя. То же самое касается жидкостей от разных производителей. Если же марка жидкости, содержащейся в системе, вам неизвестна, а требуется ее долив, следует заменить всю жидкость полностью. Уровень охлаждающей жидкости следует проверять только при холодном двигателе. Работая с охлаждающей жидкостью, следует соблюдать меры предосторожности, так как она токсична.

4. Проверка уровня жидкости в бачке омывателя. В летнее время для омывания стекол применяется специальный жидкий концентрат, разведенный чистой водой, а в зимнее – незамерзающая жидкость. Иногда незамерзающая жидкость оказывается некачественной. Чтобы проверить ее качество, налейте небольшое количество жидкости в пластиковый стакан и поместите в морозильную камеру на несколько часов. Если она замерзнет или в ней образуются ледяные кристаллики, то для использования зимой такая жидкость непригодна.

5. Проверка внешних приборов освещения:

- передние фары;
- лампы указателей поворота;
- дополнительный стоп-сигнал;
- фонари освещения номерного знака;
- задние фонари;
- противотуманные фары.

Рисунок 1 – Ежедневное обслуживание

Техническое обслуживание – комплекс работ, направленных на поддержание работоспособности и продления срока службы транспортного средства [5-7].

В перечень таких работ входят [5-7]:

- диагностирование транспортного средства и его отдельных систем;
- замена по регламенту завода-изготовителя расходных материалов и жидкостей (фильтрующие элементы и техническое жидкости);
- работы по настройке и регулировке отдельных систем и механизмов;
- работы с электрооборудованием транспортного средства и т.д.

Диагностирование автомобиля – процесс определения его технического состояния без его разборки, а также используя внешние признаки и сопоставление измеренных величин с нормативами. Применяются следующие виды диагностирования [6-8]:

1. *Визуальный осмотр* – базовый метод диагностирования автомобиля, его агрегатов и систем, основывающийся на показаниях контрольно-измерительных приборов и тщательном осмотре транспортного средства.

Преимущества: небольшие затраты по времени, нет необходимости в использовании специализированного оборудования.

2. *Компьютерная диагностика* – оценивает техническое состояние транспортного средства на основе считанных ошибок из электронного блока управления.

Преимущества: быстрое определение неисправности в части электронных систем автомобиля; мониторинг работы отдельных систем.

3. *Инструментальная диагностика* – проверка и измерение с помощью специальных приборов, приспособлений и инструментов параметров работы и состояния различных узлов и агрегатов автомобиля.

Преимущества: выявление неисправностей на ранних стадиях; диагностирование узлов, не оснащенных электроникой.

Эффективная диагностика автомобиля требует сочетания различных методов и подходов, что позволяет получить полное представление о состоянии машины и предотвратить серьезные поломки в будущем.

В зависимости от того, насколько поврежден или изношен автомобиль, или его отдельные агрегаты, могут выполняться следующие виды ремонта (рис. 2) [9, 10].

Виды ремонта

1. Текущий ремонт. Этот вид ремонта выполняется для того, чтобы обеспечить работоспособность автомобиля. Производится замена или восстановление вышедших из строя, а также поврежденных деталей и узлов, что позволяет увеличить срок службы машины. Вместо тех, что утратили функциональность, устанавливаются новые или отремонтированные запчасти. Такая процедура целесообразна, когда результаты диагностики свидетельствуют о большом ресурсе остальных элементов. Решение о замене или восстановлении работоспособности узлов и деталей принимается по результатам диагностики. График плановых ТР формируется с учетом рекомендаций изготовителя. Цель их проведения – восстановление эксплуатационных характеристик машины и/или отдельных агрегатов до уровня, соответствующего нормативам. Задача явочного текущего ремонта – устранение или профилактика случайных отказов техники.

2. Средний ремонт. Данный вид технического обслуживания и ремонта автомобилей выполняется с целью частичного возобновления ресурса автомобиля путем замены или восстановления изношенных или вышедших из строя элементов с неполной разборкой машины. При проведении СР как минимум две (но не более 50 %) запчасти меняются на новые. Также оценивается состояние всех основных деталей, выполняются сварочные, слесарные, смазочные, регулировочные работы. Трудозатраты составляют от 200 до 300 человеко-часов и зависят главным образом от количества сборочных единиц, которые подлежат замене или восстановлению.

3. Капитальный ремонт. Это самый трудоемкий вид ремонта автомобилей и входящих в их конструкцию агрегатов, в ходе которого восстанавливается ресурс как всей машины, так и основных и вспомогательных ее частей, включая базовые, с их заменой, если потребуется. О необходимости капитальной починки двигателя, трансмиссии, подвески и т. д. можно судить по результатам специальной ресурсной диагностики. В ходе капитального ремонта после очистки корпуса и днища от грязи машину разбирают и проводят дефектацию узлов и деталей. Далее восстанавливают или меняют изношенные детали, выполняют сборку, регулировку, обкатку, окраску и испытания. Таким ремонтом занимаются специализированные автосервисные предприятия, в распоряжении которых имеются необходимые приспособления и инструменты.

4. Гарантийный ремонт. Такие работы выполняются на основании предварительной диагностики и замера основных параметров. Если техническое состояние признается неудовлетворительным, неисправности, возникшие в период действия гарантии и подпадающие под ее условия, устраняются путем ремонта и замены вышедших из строя деталей, узлов или агрегатов. Запасные части для профилактического и восстановительного ремонта предоставляет завод-изготовитель.

Рисунок 2 – Виды ремонта

Список литературы

1. <https://www.gazeta.ru/auto/news/2023/11/10/21680533.shtml>.
2. https://www.autostat.ru/editorial_column/51474/.
3. 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. – EDN RKABRT.

4. Сысоев, А. П. Эксплуатация, обслуживание и ремонт автомобилей : учебное пособие для студентов индустриально-педагогического факультета / А. П. Сысоев, Е. В. Агеев. – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2007. – 69 с. – EDN UGIZGT.

5. Агеев, Е. В. Особые условия технической эксплуатации и экологическая безопасность автомобилей : учебное пособие для студентов вузов / Е. В. Агеев. – Курск : Курский гос. технический ун-т, 2008. – ISBN 978-5-7681-0410-8. – EDN QNVFQN.

6. <https://auto.ru/mag/article/tehnicheskoe-obsluzhivanie-avtomobilya-gde-kak-ikogda-egodelat/#part1>.

7. Агеев, Е. В. Техническое обслуживание и ремонт машин в АПК : учебное пособие / Е. В. Агеев, С. А. Грашков. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2019. – 185 с. – ISBN 978-5-907205-85-7. – EDN KTLGFO.

8. Агеев, Е. В. Повышение качества диагностики двигателей автомобилей / Е. В. Агеев, А. Л. Кудрявцев, А. Л. Севостьянов // Мир транспорта и технологических машин. – 2011. – № 3(34). – С. 24-27. – EDN NKYRAJ.

9. <https://centr-to.ru/blog/avtoservis/vidy-remonta-avtomobilei>.

10. Агеев, Е. В. Практикум по технологии ремонта машин / Е. В. Агеев, С. А. Грашков. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2019. – 147 с. – ISBN 978-5-907205-93-2. – EDN ZJMANV.

References

1. <https://www.gazeta.ru/auto/news/2023/11/10/21680533.shtml>

2. https://www.autostat.ru/editorial_column/51474/

3. 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. – EDN RKABRT.

4. Sysoev A. P. Operation, maintenance and repair of cars : a textbook for students of the industrial Pedagogical Faculty / A. P. Sysoev, E. V. Ageev. – Kursk : Southwestern State University, 2007. – 69 p. – EDN UGIZGT

5. Ageev, E. V. Special conditions of technical operation and environmental safety of cars : a textbook for university students / E. V. Ageev. – Kursk : Kursk State Technical University, 2008. – ISBN 978-5-7681-0410-8. – EDN QNVFQN.

6. <https://auto.ru/mag/article/tehnicheskoe-obsluzhivanie-avtomobilya-gde-kak-ikogda-egodelat/#part1>.

7. Ageev, E. V. Maintenance and repair of machines in agriculture : a textbook / E. V. Ageev, S. A. Grashkov. – Kursk : Closed Joint Stock Company "University Book", 2019. – 185 p. – ISBN 978-5-907205-85-7. – EDN KTLGFO.

8. Ageev, E. V. Improving the quality of diagnostics of car engines / E. V. Ageev, A. L. Kudryavtsev, A. L. Sevostyanov // World of transport and technological machines. – 2011. – № 3(34). – Pp. 24-27. – EDN NKYRAJ.

9. <https://centr-to.ru/blog/avtoservis/vidy-remonta-avtomobilei>.

10. Ageev, E. V. Practicum on machine repair technology / E. V. Ageev, S. A. Grashkov. – Kursk : Closed Joint Stock Company "University Book", 2019. – 147 p. – ISBN 978-5-907205-93-2. – EDN ZJMANV.

Неговора А.В.

д-р. техн. наук, профессор кафедры мобильных энергетических и транспортных средств Башкирский государственный аграрный университет, РФ

Козеев А.А.

канд. техн. наук, доцент кафедры мобильных энергетических и транспортных средств Башкирский государственный аграрный университет, РФ

Муниров Д.Ф.

магистрант кафедры мобильных энергетических и транспортных средств Башкирский государственный аграрный университет, РФ

Negovora A.V.

Dr. Sci. Tech., lecturer of mobile energy and transport vehicles, Bashkir State Agrarian University, Russian Federation

Kozeev A.A.

Ph.D, associate professor of mobile energy and transport vehicles, Bashkir State Agrarian University, Russian Federation

Mynirov D.F.

master's student of mobile energy and transport vehicles, Bashkir State Agrarian University, Russian Federation

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГАЗОМОТОРНЫХ СВЕЧЕЙ ЗАЖИГАНИЯ И ИХ УСТРАНЕНИЕ

MAIN PROBLEMS OF IGNITION GAS-ENGINE CANDLES AND THEIR ELIMINATION

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные проблемы газомоторных свечей, пропуски в зажигании, влияние проблемы на работу двигателя автомобиля, какие решения устранения проблемы есть на сегодня, требования к газомоторным свечам.

Ключевые слова: Пропуски зажигания, герметичность, выгорание электрода, образование нагара, зазор, сопротивление.

Abstract. This article discusses the main problems of gas-powered candles, ignition failures, the impact of the problem on the operation of the car engine, what solutions to eliminate the problem there are today, requirements for gas-powered candles.

Keywords: Ignition failures, tightness, electrode burnout, carbon formation, gap, resistance.

В настоящее время основной проблемой искровых свечей зажигания является пропуски зажигания, что приводит к негативному воздействию в работе двигателя и общему состоянию автомобиля. Основные последствия включают:

1. Потеря мощности: двигатель может работать не эффективно, что снижает его мощность и ускорение.
2. Повышенный расход топлива: из-за неправильного сгорания топлива его расход увеличивается.
3. Увеличение выбросов: это сказывается на экологии и приводит к проблемам с соблюдением норм выбросов.
4. Повреждение катализатора: пропуски зажигания могут привести к неправильному сгоранию топлива, что может повредить катализатор.
5. Неполадки в системе зажигания: негативное воздействие на другие ключевые компоненты в системе зажигания.

Регулярная диагностика и техническое обслуживание позволит избежать описанных выше проблем [1].

На появление пропусков зажигания влияют [2]:

1 Недостаточная герметичность по пропуску и центральному электроду.

На сегодня предложены:

- Технология герметизации тальком [3], [4];

Технология тальковой герметизации по соединению корпуса с изолятором не надежная, из-за высокого нагрева свечи в эксплуатации происходит усушка талька, а от вибрации двигателя происходит его перераспределение в полости свечи. В связи с этим нарушается герметичность, в результате чего: меняется тепловой режим свечи со всеми вытекающими из этого последствиями, нарушения которых приводит к пропускам зажигания.

Известна свеча зажигания, содержащая корпус, снабженный упругим элементом, который оформлен выполнением кольцевых канавок на наружной поверхности корпуса. В корпусе размещен изолятор и теплоотводящая шайба. Изолятор закреплен в корпусе с помощью буртика корпуса и пояска изолятора. В изоляторе закреплен центральный электрод, а на ввертной части корпуса - боковой. Герметичность свечи по соединению корпус - изолятор обеспечена за счет смятия буртика корпуса, расположенного в его верхней части. В такой свече зажигания также не обеспечивается достаточно надежной герметизации в соединении корпуса и изолятора. Это объясняется тем, что в момент приложения усилия при завальцовывании буртика корпуса происходит упругая деформация сжатия корпуса в канавках, а после снятия усилия происходит обратная деформация корпуса.

Цель изобретения – повышение надежности герметизации.

Это достигается тем, что упругий элемент корпуса свечи выполнен в виде гофра [5].

- Стеклогерметик [6];

Применение стеклогерметика требуемой герметичности не дает за счет значительной разности в коэффициенте термического расширения между составом стеклогерметика и изолятором и требует применения дополнительных герметизирующих электропроводных стеклокомпозиций. Кроме этого, не дает стабильность омического сопротивления в цепи центрального электрода из-за того, что состав стеклогерметика представляет собой механическую смесь двух композиций стеклосвязки и керамического полупроводникового материала.

Предложено изобретение с улучшенным герметизирующим свойством стеклогерметика, стабильности омического сопротивления в цепи центрального электрода, а также снижение трудоемкости изготовления.

Данная цель достигается тем, что стеклогерметик для искровых свечей зажигания, содержащий окись кремния, окись алюминия, окись натрия, окись кальция, окись меди и борный ангидрид, дополнительно содержит окись цинка, окись калия, порошок металлического титана, фосфорный ангидрид, кристаллический кремний и карбид бора при следующем соотношении компонентов, мас. % [7];

- Кольцевая уплотнительная прокладка

Предлагается решение в изобретение относится к свече зажигания с улучшенной герметичностью между ее изолятором и корпусом. Свечи зажига-

ния известны из уровня техники в различных вариантах их конструктивного исполнения. В связи с возрастающими требованиями, которые предъявляются к изготовителям двигателей внутреннего сгорания касательно их так называемого "даунсайзинга" (от англ. "downsizing", современная тенденция сокращения массогабаритных параметров двигателя при одновременном улучшении его тяговоэкономических показателей), существует также потребность в свечах зажигания меньших размеров [8].

2 Износ (выгорание) электродов, разрушение теплового конуса изолятора.

Ресурс свечи зажигания и ее компоненты ограничены. Одним из таких компонентов свечи зажигания является ее электрод, соответственно материал, из которого он изготовлен. В процессе эксплуатации свечи зажигания в двигателе внутреннего сгорания ее электрод и его материал постоянно подвергаются процессу коррозии и эрозии. Вследствие окисления материала электрода свечи зажигания и вследствие образования плазмы искрового разряда при работе ДВС с течением времени происходит увеличение искрового зазора между электродами свечи зажигания (межэлектродного зазора), в результате чего свеча зажигания теряет свою способность к искрообразованию и требует своей замены.

Соответственно, цель современных исследований состоит в поиске материала и сочетаний материалов с высокой коррозионной и эрозионной стойкостью. Электроды свечей зажигания из применяемых в настоящее время никелевых сплавов имеют ресурс от примерно 30000 до 60000 км. Электроды свечей зажигания из сплавов на основе благородных металлов имеют ресурс от 60000 до 90000 км и по причине затрат на такой материал значительно дороже электродов из никелевого сплава.

Для сокращения затрат на материалы часто комбинируют изготовление основной части электрода из никелевого сплава с изготовлением искрообразующего элемента из благородного металла или сплава на его основе. Основную часть электрода и его искрообразующий элемент соединяют между собой с материальным замыканием путем сварки. К числу часто используемых благородных металлов относятся платина и иридий, а также сплавы с этими элементами.

Однако сплавы на основе благородных металлов и никелевый сплав имеют разные коэффициенты теплового расширения, из-за чего в сварном шве возникают механические напряжения. В предельном случае сварной шов разрушается, и искрообразующий элемент из материала на основе благородного металла отделяется от основной части электрода, в результате чего свеча зажигания приходит в негодность. У искрообразующих элементов из материала на основе иридия эта проблематика выражена сильнее, чем у искрообразующих элементов из материала на основе платины, по причине 2-кратного различия в коэффициенте теплового расширения между иридиевыми сплавами и никелевыми сплавами.

Существуют различные методы сварки, которыми пытаются создавать стабильный сварной шов между искрообразующим элементом и основной частью электрода. Широко распространенным методом соединения искрообразующих элементов из материала на основе иридия с основными частями из материала на основе никеля является лазерная сварка. Так, например, из DE

10103045 А1 известен способ лазерной сварки, при осуществлении которого луч непрерывного лазера статично направлен на зону соединения искрообразующего элемента и основной части электрода, а электрод свечи зажигания вращается вокруг своей продольной оси или лазерный луч вращается вокруг электрода свечи зажигания. Из EP 0671793 А1 известен аналогичный способ, однако в данном случае на зону соединения статично направлен луч импульсного лазера. Согласно решению, известному из DE 201410223792 А1, статичным лазерным лучом создают два сварных шва, которые слегка смещены друг относительно друга.

У имеющихся на сегодня в продаже свечей зажигания содержащий благородный металл искрообразующий элемент и основная часть электрода обычно сварены одним из обоих вышеназванных способов, и поэтому им присущие описанные выше проблемы [9].

3 Образование нагара

Отложения возникают при неполном сгорании топлива, на режиме холостого хода и малых нагрузок, из-за чего со временем вся поверхность камеры покрывается толстым слоем отложений. Если сажа заполняется в искровом зазоре, свеча выходит из строя. Единственный способ не допускать отложения – выжигать. То есть использовать принцип высокотемпературной очистки. Для высокотемпературной очистки поверхности деталей свечи должны быть достаточно горячими. Нижний предел температуры свечей, при которых происходит самоочищение, составляет 400...450С [10].

Изобретение самоочищения предлагается в патенте SU 803797 А1 относится к электроискровым свечам зажигания бензиновых и газовых двигателей внутреннего сгорания и может применяться в газотурбинных и реактивных двигателях.

Способ измерения нагара представлен в патенте SU 385 191 А1

4 Неправильно выставленный зазор

Проводились испытания, где, свеча из никеля; ChampionRN9YC, диаметр центрального электрода: 2.5 мм, на уменьшение и увеличение зазора относительно рекомендованного, показала низкую оценку, интенсивность гаснет, зона искрообразования сужается, при больших зазорах голубая искра меняет цвет на красные оттенки, что говорит о возможных пропусках зажигания.

Свечи из иридия: DensoIridiumPowerIW20, диаметр центрального электрода: 0.4мм; NGKIridiumIXBPR6EIX-11, диаметр центрального электрода: 0,6мм; свеча из платины, BriskPlatinLR15YPP, диаметр наконечника центрального электрода: 0.8мм, реагировали на изменение зазоров значительно меньше – сказывается существенно большая напряженность электрического поля, локализованного между центральным и боковым электродами. Так же в дополнение вышеупомянутому об образовании нагара, искра на свечах с тонкими электродами, располагается не в самом зазоре, а находится на верху центрального электрода, что дает самоочистку электродов свечи.[10]

В этой статье был проведен подробный анализ проведенных исследований и сделан вывод. Для адаптации свечей зажигания с бензинового двигателя на газовый, применены следующие решения:

Сокращение зазора:

Газовую смесь (метановую или пропановую) сложнее поджечь, так как плотность газа меньше, для ее воспламенения требуется более мощная искра.

1. Уменьшение диаметра электрода.

Испытания показали, что электрод с размером 0.4-0.8мм способен эффективно поджигать газ.

2. Применение материалов для изготовления электродов выдерживающие температурные нагрузки (платина, иридий, другие драгоценный металлы), так это дает возможность уменьшить диаметр электрода и увеличивается ресурс.

Список литературы

1. Шишков, В.А. Пропуски воспламенения в ДВС с искровым зажиганием с ЭСУД при работе на газовом топливе. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/propuski-vosplamneniya-v-dvs-s-iskrovym-zazhiganiem-s-esud-pri-rabote-na-gazovom-top>.

2. Пузаков, А.В. Испытание автомобильных свечей зажигания. URL: <http://elib.osu.ru/bitstream/123456789/13693/1/%D0%9F%D1%83%D0%B7%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B21.pdf?ysclid=m2c5irdi8702753170>.

3. Домбровский, В.П. Герметизация тальком как способ минимизации энергозатрат при изготовлении свечей зажигания / В.П. Домбровский // Молодой ученый. – 2014. – № 16 (75). – С. 63-66.

4. Ильин, А.Н. Разработка герметизирующих составов для свечей зажигания на основе тальковых композиций. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-germetiziruyuschih-sostavov-dlya-svechey-zazhiganiya-na-osnove-talkovyh-kompozitsiy/viewer>

5. Федяев, Ф.П. Свечи зажигания. URL: https://yandex.ru/patents/doc/SU590839A1_19780130?ysclid=m2d2eeacw1431966084

6. Киселевич, В.М. Стеклогерметик для искровой свечи зажигания. URL: https://fips.ru/iiss/search_res.shtml?faces-redirect=true.

7. Губин, В.Н., Киселевич В.М. URL: <https://patenton.ru/patent/SU1136706A1?ysclid=m2d3wo2asa114142258>.

8. Криз Ш., Угур Й. Свеча зажигания с улучшенной герметичностью. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46478068>.

9. Квест Деннис, Нуфер Штефан, Тан Чжо. Электрод свечи зажигания, а также способ изготовления такого электрода свечи зажигания и свеча зажигания с таким электродом. URL: https://patents.s3.yandex.net/RU2768959C2_20220325.pdf.

10. Шабанов А.Ю, Колодочкин М.В. Свечи и мотор. Научно-популярное издание. – М. : ООО «Контент-пресс», 2011. – 208 с.

References

1. Shishkov, V.A. Ignition failures in spark-ignition internal combustion engines with ECM when running on gas fuel. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/propuski-vosplamneniya-v-dvs-s-iskrovym-zazhiganiem-s-esud-pri-rabote-na-gazovom-top>.

2. Puzakov, A.V. Testing of automotive spark plugs. URL: <http://elib.osu.ru/bitstream/123456789/13693/1/%D0%9F%D1%83%D0%B7%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B21.pdf?ysclid=m2c5irdi8702753170>.

3. Dombrovsky, V.P. Sealing with talc as a way to minimize energy consumption in the manufacture of spark plugs / V.P. Dombrovsky // Young scientist. 2014. № 16 (75). Pp.63-66.

4. Ilyin, A.N. Development of sealing compounds for spark plugs based on talc compositions. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-germetiziruyuschih-sostavov-dlya-svechey-zazhiganiya-na-osnove-talkovyh-kompozitsiy/viewer>.
5. Fedyaev, F.P. Spark plugs. URL: https://yandex.ru/patents/doc/SU590839A1_19780130?ysclid=m2d2eeacw1431966084.
6. Kiselevich, V.M. Glass sealer for sparks. URL: https://fips.ru/iiss/search_res.shtml?faces-redirect=true.
7. Gubin V.N., Kisilevich V.M. URL: <https://patenton.ru/patent/SU1136706A1?ysclid=m2d3wo2asa114142258>.
8. Kriz S., Ugur Y. A spark plug with improved tightness. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46478068>.
9. Quest Dennis, Nufer Stefan, Tan Zhuo. The spark plug electrode, as well as the method of manufacturing such a spark plug electrode and a spark plug with such an electrode. URL: https://patents.s3.yandex.net/RU2768959C2_20220325.pdf.
10. Shabanov A.Yu, Kolodochkin M.V. Candles and motor. Popular science publication. – M. : Content-press LLC, 2011. – 208 p.

Федотов А.И.

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой автомобильного транспорта Иркутского национального исследовательского технического университета, РФ

Fedotov A.I.
Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of automobile Transport
Irkutsk National Research Technical University,
Russian Federation

Яньков О.С.

канд. техн. наук, доцент кафедры автомобильного транспорта Иркутского национального исследовательского технического университета, РФ

Yankov O.S.
Ph.D. of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of automobile Transport
Irkutsk National Research Technical University,
Russian Federation

Киселёв П.А.

аспирант кафедры автомобильного транспорта Иркутского национального исследовательского технического университета, РФ

Kiselyov P.A.
Postgraduate student of the Department of automobile Transport
Irkutsk National Research Technical University,
Russian Federation

Ухватов Д.О.

аспирант кафедры автомобильного транспорта Иркутского национального исследовательского технического университета, РФ

Ukhvatov D.O.
Postgraduate student of the Department of " automobile Transport
Irkutsk National Research Technical University,
Russian Federation

СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО МУЛЬТИФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТЕНДОВОГО КОМПЛЕКСА ИРНТУ

MEASUREMENT SYSTEMS OF THE INRTU RESEARCH MULTIFUNCTIONAL BENCH COMPLEX

Аннотация. Статья посвящена системам измерения мультифункционального стендового комплекса ИРНТУ, позволяющего проводить исследования рабочих процессов функционирования колесных транспортных средств (КТС) в различных тестовых режимах движения. Авторами статьи подробно рассмотрены системы измерения стенда позволяющие измерять силовые, кинематические и энергетические параметры КТС. В качестве результата, с использованием разработанной методики, был получен график зависимости силы тяги на ведущих колесах, линейной скорости и тока от времени гибридного автомобиля Toyota Prius NHW20.

Ключевые слова: колесное транспортное средство, стенд с беговыми барабанами, система измерения, датчик угловой скорости, датчик тока, датчик силы.

Abstract. The article is devoted to measurement systems of the multifunctional INRTU bench complex, which allows conducting research on the operational processes of wheeled vehicles in various test-driving modes. The authors of the article have considered in detail the measurement systems of the stand that allow measuring the power, kinematic and energy parameters of wheeled vehicles. As a result, using the developed methodology, a graph of the dependence of the traction force on the driving wheels, linear speed and current on the time of the Toyota Prius NHW20 hybrid car was obtained.

Keywords: wheeled vehicle, stand with running drums, measuring system, angular velocity sensor, current sensor, force sensor.

Непрерывное улучшение эксплуатационных свойств современных колесных транспортных средств приводит к значительному усложнению их конструкции. Очевидно, что на протяжении всех этапов жизненного цикла КТС от момента их проектирования, изготовления до утилизации необходимо обеспечивать их функциональные характеристики, агрегатов, механизмов и систем на уровнях, регламентируемых нормативными документами. В первую очередь это касается агрегатов и систем, обеспечивающих безопасность КТС. Для исследования функциональных характеристик современных КТС требуется наукоёмкое оборудование, реализующее высокоинформативные и оперативные методы. Такое оборудование должно быть доступно сервисным предприятиям, станциям технического обслуживания, сервисным центрам по приемлемой цене и пригодно к использованию квалифицированными кадрами, что повысить скорость диагностики, качество постановки диагноза, а также может точно указать на неисправный агрегат или узел.

Наиболее корректные и информативные с диагностической точки зрения параметры дают силовые стенды. Они позволяют измерять силовые параметры: *силу тяги, мощность на колёсах, силу и мощность, затрачиваемые на прокручивание трансмиссии* [1].

Прямой противоположностью силовым стендам являются стенды инерционные, реализующие динамические методы диагностики КТС. В отличие от силовых стендов они позволяют *измерять только временные (время разгона, время выбега) и кинематические параметры (путь разгона, путь выбега)* [1].

На кафедре автомобильного транспорта ИРНИТУ разработан стенд, объединяющий в себе достоинства силовых и инерционных стендов. Данный стендовый комплекс позволяет осуществлять контроль технического состояния автомобилей с подключаемым полным приводом, электрической и гибридной силовой установкой, а также автомобилей с системами ESP, ABS, ASR.

Разработанный комплекс позволяет осуществлять измерение параметров с использованием нескольких систем, представленных на рисунке 1. Они разделены на следующие компоненты: система измерения силовых параметров; система измерения кинематических параметров; система измерения энергетических параметров.

Система измерения силовых параметров. Данная система состоит из подсистем измерения сил и реакций на беговых барабанах R_{xi} , силы $F_{эм}$ или момента $M_{эм}$ торможения электродинамического тормоза.

Подсистема измерения сил, действующих на беговые барабаны, состоит из четырёх бесконтактных магнитоупругих датчиков 6 (см. рис. 1). Датчики установлены на приводных валах задних беговых барабанов стенда. Сигналы с датчиков поступают на блок подготовки сигналов «БПС-1», где обрабатываются усилителями «У» и активными фильтрами «Ф» (см. рис. 1) [2,3].

Подсистема измерения силы торможения выполнена в виде тензодатчика (рис. 1 поз. 8), закреплённого на лонжероне рамы и воспринимающего, реактивное усилие корпуса электродинамического тормоза, установленного балансирно, а также усилителей «У» и активных фильтров «Ф» усиленного сигнала.

Усилители и фильтры сигналов расположены в блоке БПС-1, в котором расположены устройства стабилизации напряжения питания системы.

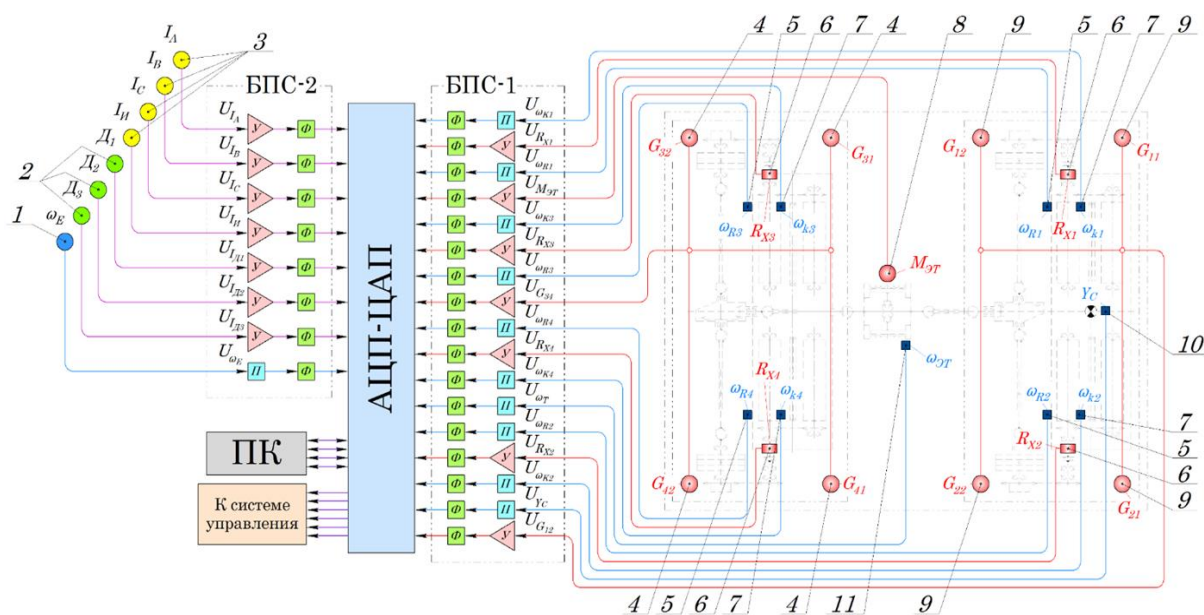


Рисунок 1– Структурная схема системы измерения:

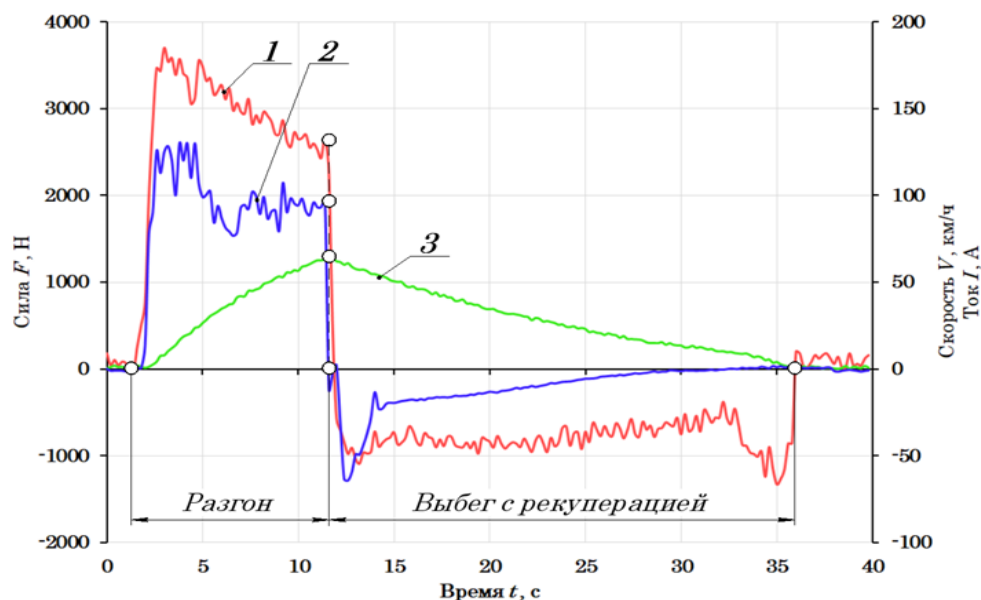
ПК – персональный компьютер; АЦП-ЦАП – аналого-цифровой/цифро-аналоговый преобразователь; БПС-1 – блок подготовки сигналов процессов, регистрируемых на стенде; БПС-2 – блок подготовки сигналов процессов, регистрируемых вне стенда; У – усилитель; П – преобразователь; Ф – активный фильтр, 1 – датчик системы измерения частоты вращения коленчатого вала ДВС; 2 – дополнительные датчики измерения силы тока для ЭСУ и ГСУ, а также датчик усилия и момента времени нажатия на ОУ; 3 – датчики измерения силы тока для ЭСУ и ГСУ; 4 – весоизмерительные модули заднего блока беговых барабанов; 5 – датчики системы измерения скорости беговых барабанов; 6 – датчики системы измерения силы на беговых барабанах; 7 - датчики системы измерения скорости роликов следящей системы; 8 – датчик системы измерения силы торможения электродинамического тормоза; 9 – весоизмерительные модули переднего блока беговых барабанов; 10 – датчик системы измерения угла поворота стенда; 11 – датчик системы измерения частоты вращения ротора электродинамического тормоза

Система измерения кинематических параметров. Система состоит из подсистем измерения угловых скоростей вращения беговых барабанов (см. рис. 1, поз. 5), скоростей колёс (рис. 1 поз. 7), угла поворота стенда (рис. 1, поз. 10) и угловой скорости вращения ротора электродинамического тормоза (рис. 1, поз. 11). Все датчики идентичны, принцип их работы основан на эффекте Холла. При вращении беговых барабанов, роликов следящей системы или ротора электродинамического тормоза, датчики вырабатывают периодический сигнал прямоугольной формы, который преобразуется в сигнал частоты вращения и обрабатывается модулем АЦП-ЦАП.

Система измерения энергетических параметров. Система состоит из токовых датчиков, усилителей «У» и активных фильтров «Ф» (см. рис. 1). Датчики тока представляют собой токовые клещи, принцип работы которых основан на эффекте Холла. Датчики тока крепятся на соответствующие высоковольтные провода силовой установки КТС с ЭСУ или ГСУ и регистрируют токи

протекающих в фазных обмотках ЭГ КТС и силы тока, протекающего в цепи между ВВБ и инвертором.

Использование данных систем измерения позволяет исследовать рабочие процессы, протекающие в различных системах автомобиля (рис. 2).



1 – сила тяги на ведущих колесах F_x ; 2 – сила тока $I_{ват}$; 3 – скорость V_a

Рисунок 2 – График испытания колесного транспортного средства с гибридной силовой установкой

В статье представлен мультифункциональный стендовый комплекс ИРНТУ [4] и приведено описание системы измерения силовых, кинематических и энергетических параметров. С использованием данного наукоемкого комплекса проведен поисковый эксперимент автомобиля *Toyota Prius NHW20* с гибридной силовой установкой. Данные измерительные системы позволяют производить контроль тягово-динамических параметров колесного транспортного средства. По полученным данным можно осуществлять отладку математических моделей [5, 6, 7, 8], а также выявлять диагностические параметры для последующего использования на станциях технического обслуживания.

Список литературы

1. Федотов, А.И. Диагностика автомобиля: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов». Иркутск. ИрГТУ, 2012.
2. Патент на полезную модель № 198516 U1 Российская Федерация, МПК G01L 5/28. бесконтактный измеритель для силового тормозного роликового стенда: № 2020113148: заявл. 26.03.2020: опубл. 14.07.2020 / А. И. Федотов, О. С. Яньков, А. С. Чернышков [и др.]; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "Фритрейн". – EDN REWMZI.
3. Яньков, О. С. Совершенствование конструкции силоизмерительного магнестрикционного датчика тормозного стенда / О. С. Яньков, А. С. Чернышков // Наземные транспортно-технологические средства: проектирование, производство, эксплуатация: II Всерос. науч.-практ. конференция, Чита, 30–31 октября 2018 года. – Чита: Забайкальский государственный университет, 2018. – С. 53-59. – EDN ZCQRCP.

4. Патент на полезную модель № 199093 U1 Российская Федерация, МПК G01L 5/13. Гибридный универсальный полноопорный стенд для контроля технического состояния колесных транспортных средств: № 2020111732: заявл. 23.03.2020: опублик. 13.08.2020 / А. И. Федотов, О. С. Яньков, А. С. Чернышков; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Иркутский национальный исследовательский технический университет" (ФГБОУ ВО "ИРНИТУ"). – EDN QULBNR.

5. О диагностике автомобильных гибридных силовых установок на стендах с беговыми барабанами / А. И. Федотов, О. С. Яньков, П. А. Киселёв, Д. О. Ухватов // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Т. 13, № 1. – С. 42-61. – DOI 10.12731/2227-930X-2023-13-1-42-61. – EDN OUDNVJ.

6. Процесс функционирования КТС с автоматизированной системой полного привода на стенде с беговыми барабанами / Д. О. Ухватов, О. С. Яньков, А. И. Федотов [и др.] // Грузовик. – 2024. – № 8. – С. 12-16. – DOI 10.36652/1684-1298-2024-8-12-16. – EDN RHGLSM.

7. Чернышков, А.С. Контроль технического состояния агрегатов электрического силового привода автомобилей на стендах с беговыми барабанами: дис. ... канд. техн. наук. 2.9.5. Иркутск, 2024.

8. Обоснование динамических тестовых режимов функционирования транспортного средства с гибридной силовой установкой / П. А. Киселев, А. И. Федотов, О. С. Яньков, Н. В. Лобов // Грузовик. – 2024. – № 7. – С. 27-37. – DOI 10.36652/1684-1298-2024-7-27-37. – EDN DMQTJQ.

References

1. Fedotov, A.I. Car diagnostics: textbook for university students studying in the bachelor's and master's degree program "Operation of transport and technological machines and complexes" Irkutsk. IrSTU, 2012.

2. Utility model patent No. 198516 U1 Russian Federation, IPC G01L 5/28. Contactless meter for power brake roller stand: No. 2020113148: application 26.03.2020: publ. 14.07.2020 / A. I. Fedotov, O. S. Yankov, A. S. Chernyshkov [et al.]; the applicant is a limited liability company "Fritrain". – EDN REWMZI.

3. Yankov, O. S. Improving the design of the force-measuring magneto-friction sensor of the brake stand / O. S. Yankov, A. S. Chernyshkov // Land transport and technological means: design, production, operation: II All-Russian scientific and practical conference, Chita, October 30-31, 2018. – Chita: Zabaikalsky State University, 2018. – pp. 53-59. – EDN ZCQRCP.

4. Utility model patent No. 199093 U1 Russian Federation, IPC G01L 5/13. Hybrid universal full-support stand for monitoring the technical condition of wheeled vehicles: No. 2020111732: application 23.03.2020: publ. 13.08.2020 / A. I. Fedotov, O. S. Yankov, A. S. Chernyshkov; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Irkutsk National Research Technical University (IRNTU). – EDN QULBNR.

5. On diagnostics of automotive hybrid power plants on stands with running drums / A. I. Fedotov, O. S. Yankov, P. A. Kiselyov, D. O. Ukhvatov // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Vol. 13, No. 1. – pp. 42-61. – DOI 10.12731/2227-930X-2023-13-1-42-61. – EDN OUDNVJ.

6. The process of functioning of a CCC with an automated all-wheel drive system on a stand with running drums / D. O. Ukhvatov, O. S. Yankov, A. I. Fedotov [et al.] // Truck. – 2024. – No. 8. – pp. 12-16. – DOI 10.36652/1684-1298-2024-8-12-16. – EDN RHGLSM.

7. Chernyshkov, A.S. Control of the technical condition of electric power drive units of cars on stands with running drums. Diss. ... candidate of Technical Sciences. 2.9.5. Irkutsk, 2024.

8. Substantiation of dynamic test modes of operation of a vehicle with a hybrid power plant / P. A. Kiselev, A. I. Fedotov, O. S. Yankov, N. V. Lobov // Truck. – 2024. – No. 7. – pp. 27-37. – DOI 10.36652/1684-1298-2024-7-27-37. – EDN DMQTJQ.

Научное издание

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ, ИННОВАЦИИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ

Материалы Международной молодежной научно-практической конференции

Воронеж, 17-18 октября 2024 г.

Ответственный редактор Д.А. Жайворонок

Материалы издаются в авторской редакции

Подписано к изданию 27.11.2024. Объем данных 8,83 Мб
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»
394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8